

### Ansätze sozialwissenschaftlicher Analyse von Technikgenese: Verhandlungen des Kolloquiums im Mai 1988

Veröffentlichungsversion / Published Version  
Konferenzband / conference proceedings

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:  
Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. - ISF München

#### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. ISF München. (1988). *Ansätze sozialwissenschaftlicher Analyse von Technikgenese: Verhandlungen des Kolloquiums im Mai 1988* (Mitteilungen / Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, 3). München. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-100575>

#### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

VERBUND SOZIALWISSENSCHAFTLICHE TECHNIKFORSCHUNG

Mitteilungen Heft 3/1988

ANSÄTZE  
SOZIALWISSENSCHAFTLICHER ANALYSE  
VON TECHNIKGENESE

Verhandlungen  
des Kolloquiums im Mai 1988

München, Oktober 1988

**Herausgeber: Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung (ISF)**

**Redaktion: Ute Hoffmann**

**Vertrieb:     Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V.  
                  Jakob-Klar-Str. 9  
                  8000 München 40  
                  Tel. 089/272 92 10**

**Druck: Uni-Druck, München**

## Vorbemerkung

Dieses Heft enthält die Referate und Diskussionen eines Kolloquiums über »Ansätze sozialwissenschaftlicher Analyse von Technikgenese«, das der Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung am 30./31. Mai 1988 im Gustav-Stresemann-Institut in Bonn veranstaltet hat.

»Technikgenese« sollte - neben »Technik und Alltag« und »Technik und Arbeit« - von Anfang an einen dritten thematischen Schwerpunkt der Arbeit des Verbunds bilden. Doch zeigte es sich in der nun fast dreijährigen Tätigkeit des Verbunds, daß es offenkundig besonders schwierig ist, die Auseinandersetzung mit den Entstehungszusammenhängen und Entwicklungsprozessen neuer Techniken bis zur Konzipierung von Untersuchungsprojekten voranzutreiben, die theoretisch und empirisch den Ansprüchen genügen, die der Verbund an die Projekte der beiden anderen Schwerpunkte stellt. Dies führte zu der Entscheidung, bei einem Kolloquium über Technikgenese die Betonung auf **Technikgenese als forschungsstrategisches Problem** zu legen und eine solche Veranstaltung zunächst zur Ausarbeitung, Darstellung und Diskussion verbundinterner Ansätze - einschlägiger Forschungsbeiträge aus dem Kreis der Mitglieder und (assoziiierter) Projekte - zu nutzen.

Das Kürzel »Technikgenese« markiert nicht nur eine thematische Erweiterung technikorientierter Sozialforschung, die sich nach und neben sozialen Aspekten des Einsatzes, der Nutzung und Wirkung vorhandener Techniken - technischer Artefakte, technischer Systeme und Basistechnologien - nun verstärkt den Umständen ihrer Entstehung zuwendet. Damit einher geht auch eine veränderte Problemstellung im Blick auf das Verhältnis von Technik und Gesellschaft: Der Akzent verlagert sich von der Frage nach dem Einfluß der Technik und ihrer Wirkung auf die Gesellschaft hin zur Frage nach der gesellschaftlichen Beeinflussung von Technik. Dieser Perspektivenwechsel und der Anspruch, daß sowohl der Prozeß der Technikentwicklung als auch der technische »Inhalt« von Artefakten und Systemen für eine sozialwissenschaftliche Analyse offen sind, fordert zur (Weiter-)Entwicklung geeigneter theoretischer Konzepte und methodischer Verfahren heraus.

Auf dem Programm des Kolloquiums standen vier Referate - vier Versuche, auf diese Herausforderung zu antworten. Auch sie sind - ebenso wie die Techniken, von denen sie handeln, - vom Kontext ihrer Entstehung und der

Definition des Problems, das zu lösen sie entwickelt wurden, geprägt. Die vier Beiträge repräsentieren unterschiedliche »Projekte«, die ihren Ausdruck in je spezifischen Ausgangspunkten, Zielen und Gegenstandsbereichen finden. Gemeinsamkeiten zeigen sich in der Wahl einer international vergleichenden Vorgehensweise. In ihrem Blick auf »Technikgenese« verfolgen die vier dargestellten Ansätze zweierlei Analyseperspektiven: In den Beiträgen von Renate Mayntz über Bildschirmtext und von Hartmut Hirsch-Kreinsen über numerische Steuerungen von Werkzeugmaschinen liegt der Akzent auf empirischen Befunden und Erklärungsmodellen zur Entwicklung konkreter Anwendungstechniken bzw. technischer Anwendungssysteme in unterschiedlichen Bereichen. In den Referaten von Meinolf Dierkes über den Einfluß der Organisationskultur auf Selektionsentscheidungen bei der Entwicklung neuer Techniken und von Burkart Lutz über sozialstrukturelle Rahmenbedingungen der Entstehung und Ausbreitung von Basistechnologien stehen Aspekte des soziokulturellen Kontexts von Technikgenese bzw. von neuartigen Technisierungsprozessen im Mittelpunkt.

Die vorliegende Dokumentation folgt in ihrem Aufbau dem Programm des Kolloquiums. Bei den Beiträgen handelt es sich um die durchgesehenen bzw. überarbeiteten Vortragstexte. Den diskursiven Charakter des Kolloquiums bewahrend wurde darauf verzichtet, sie in »Aufsätze« zu verwandeln. Die sehr ausführlichen Diskussionen sind in Form themenorientierter Zusammenfassungen wiedergegeben.

Den Gästen des Kolloquiums sei an dieser Stelle noch einmal herzlich für ihre engagierte Mitwirkung gedankt.

München, Oktober 1988

Ute Hoffmann

# Inhalt

*Renate Mayntz*

Entwicklung großtechnischer Systeme am Beispiel von Btx im Drei-Länder-Vergleich	7
Diskussion	20

*Hartmut Hirsch-Kreinsen*

Die Entwicklung der NC-Steuerungen von Werkzeugmaschinen - ein Vergleich zwischen den USA und den deutschsprachigen Ländern	25
Diskussion	40

*Meinolf Dierkes*

Organisationskultur und Leitbilder als Einflußfaktoren der Technikgenese - Thesen zur Strukturierung eines Forschungsfeldes -	49
Diskussion	63

*Burkart Lutz*

Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Ausbreitung der Informatik und der Verschulung von beruflicher Qualifizierung? Vorläufige Überlegungen	67
Diskussion	78

## Anhang

- Programm des Kolloquiums »Ansätze sozialwissenschaftlicher Analyse von Technikgenese«	88
- Verzeichnis der Teilnehmerinnen und Teilnehmer	90



## **Entwicklung großtechnischer Systeme am Beispiel von BTX im Drei-Länder-Vergleich\***

### **Zur Bedeutung großtechnischer Systeme**

Im Vordergrund der sozialwissenschaftlichen Technikforschung stand lange Zeit das Interesse an der Entwicklung und Nutzung, sowie vor allem an den Folgen bestimmter einzelner Techniken. Seit kurzem setzt sich demgegenüber eine Meinung durch, die Werner Rammert bereits 1982 folgendermaßen formuliert hat:

"Moderne Technik läßt sich gegenwärtig nur unzureichend als Anhäufung typischer einzelner Artefakte wie Automobile, Computer oder Raketen, sondern eher als Systeme miteinander verzahnter und aufeinander funktional bezogener Ketten und Hierarchien von Artefakten erfassen...Der Focus der Betrachtung verschiebt sich entsprechend von der Maschinen- und Apparate-technik zu umfassenden Komplexen technischer Systeme" (Rammert 1982, S. 34).

Neuerdings taucht denn auch in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung häufiger der Begriff der großen technischen oder auch großtechnischen Systeme auf. Damit ist nun nicht einfach die etwa im Zusammenhang mit Kernkraftwerken stehende "big technology" gemeint, es geht auch nicht um technische Großprojekte wie den Bau des Assuamdammes oder die bemannte Raumfahrt. Der Begriff zielt eher auf das, was Ingenieure in Abgrenzung zu Apparaten und Maschinen als technische Systeme oder auch - wenn man dem Titel einer kürzlichen VDI-Konferenz folgt - als technische Netz-

---

\* Der folgende Text wurde nach einer Tonbandaufzeichnung des Vortrages angefertigt und anschließend von Renate Mayntz durchgesehen, aber kaum geändert. Das Referat stützt sich im wesentlichen auf einen Beitrag von Renate Mayntz und Volker Schneider zu einer Tagung über die Entwicklung großtechnischer Systeme, die im November 1987 am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung in Köln stattgefunden hat (vgl. Mayntz/Schneider 1988).



werke bezeichnen: Eisenbahn und Flugverkehr, Stromversorgung, Telefon und derartiges.

Allerdings wird, wenn Sozialwissenschaftler von großen technischen oder großtechnischen Systemen sprechen, nicht nur an ein reines Sachsystem gedacht. Auch der Technikhistoriker Thomas P. Hughes, der mit seiner Untersuchung über die Entwicklung der modernen Elektrizitätsnetzwerke in Deutschland, England und den USA (Hughes 1983) gerade bei Sozialwissenschaftlern auf großes Interesse gestoßen ist, spricht von großen technischen Systemen ("technological systems"), zählt dabei jedoch ganz ausdrücklich soziale Akteure, vor allem Organisationen, ebenso wie Wissen und Normen zu den Systemkomponenten. So gesehen, eignet sich der Begriff des großen technischen Systems auch zur Benennung jener extensiven sozio-technischen Systeme im Infrastrukturbereich, die sich auf der Grundlage einer jeweils spezifischen Technik gebildet haben - eben Elektrizitätsversorgung, Eisenbahn- und Flugverkehr, Telegrafen- und Telefonsysteme und andere technische Kommunikationssysteme.

Das erstmalige Auftauchen derartiger, auch physisch vernetzter großer technischer Systeme hat Daniel Bell kürzlich in einem Vortrag neben der Fähigkeit, neue Materialien zu synthetisieren, als eines der beiden entscheidenden Merkmale der sogenannten zweiten technischen oder industriellen Revolution genannt. Diese Systeme haben im Guten wie im Bösen eine ganz besondere Bedeutung in der Entwicklung der modernen Industriegesellschaften. Ohne die modernen Systeme der Energieversorgung, des Transports und der Telekommunikation sind die industrielle Revolution, das neuzeitliche Wirtschaftswachstum, die räumliche Mobilisierung und die soziale Integration der letzten hundert Jahre nicht denkbar. Daß zugleich ihr Schadenspotential beträchtlich ist, ist evident; dazu braucht hier nichts weiter gesagt zu werden.

Das gesteigerte sozialwissenschaftliche Interesse für die Analyse großer technischer Systeme hat neuerdings zur Kooperation von Historikern und Sozialforschern geführt. Seit einigen Jahren existiert z.B. eine Gruppe, die aus dem Technikhistoriker Thomas P. Hughes, dem amerikanischen Techniksoziologen La Porte und mir besteht. Als Thema haben wir die großen technischen Systeme aufgegriffen - ihre Genese, ihre Steuerungsprobleme und ihre problematischen Konsequenzen für den gesellschaftlichen Strukturwandel. Da bei der Größenordnung des Untersuchungsgegenstandes - historisch und international mehrere Techniken vergleichend - kaum ein

großes empirisches Projekt denkbar war, haben wir uns zunächst entschlossen, mit einer Art "research by conference" mit einer Reihe von Kollegen aus anderen Ländern, sowohl Sozialwissenschaftlern als auch Historikern, zunächst die Genese und später dann die anderen Probleme großtechnischer Systeme zu bearbeiten. Als ersten Schritt dazu haben wir im November 1987 eine Tagung über die Genese großtechnischer Systeme im Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung in Köln veranstaltet. Dort haben wir versucht, für mehrere Länder die Entwicklung von bestimmten technischen Infrastruktursystemen zu analysieren: Versorgungssysteme (hier: Strom), Transport- oder Verkehrssysteme und Kommunikationssysteme (vgl. Mayntz und Hughes, eds., 1988).

### **Bildschirmtext als Beispiel**

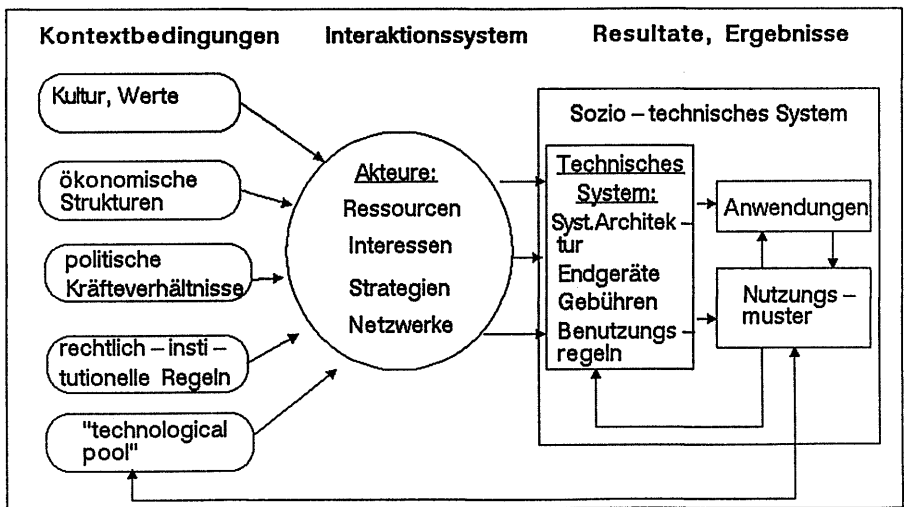
Mein Vortrag hier steht im Zusammenhang dieses größeren Unterfangens, bezieht sich aber nur auf eine einzige Technik und versucht dafür, einen systematischen Ländervergleich anzustellen. Zu Grunde liegt ein von drei Forscherteams in Großbritannien, Frankreich und in der Bundesrepublik - hier dem Max-Planck-Institut in Köln - durchgeführtes Projekt über die Entwicklung von Télétel, Prestel und Bildschirmtext. Ich beschränke mich im folgenden auf den Ländervergleich und will mich nur sehr kurz der Frage widmen, in wieweit Bildschirmtext überhaupt als ein Beispiel für große technische Systeme bezeichnet werden kann. Ganz ohne Zweifel ist es nicht in demselben Sinn ein abgrenzbares eigenständiges System, wie es früher einmal das Telegrafensystem und später dann das Telefonsystem war. Gerade im Bereich der Kommunikationssysteme ist es ja - im Gegensatz zu den Verkehrssystemen - möglich, daß über eine ganz bestimmte Netzinfrastruktur verschiedene, dann auch in den Eingabe- und Endgeräten technisch unterschiedlich geformte Kommunikationssysteme laufen können. Dies sehen wir heute an der Entwicklung multifunktionaler Kommunikationssysteme auf der Grundlage des Telefons, d.h. den Weiterentwicklungen in Richtung von ISDN. Dennoch kann man sagen, daß Bildschirmtext ein relativ abgrenzbares, eigenständiges großtechnisches System ist, sowohl in sozialer Hinsicht, was die daran beteiligten Akteure betrifft, wie auch in technischer Hinsicht: Wenn man an bestimmte Endgeräte und die Rechnerstruktur im Zentrum des Systems denkt, gibt es Komponenten, die nur für dieses System spezifisch

sind. Deshalb lässt sich das Beispiel Bildschirmtext benutzen, um etwas über die Entwicklung großer technischer Systeme zu sagen.

## Determinanten großtechnischer Systeme

Die der oben genannten Untersuchung zugrunde liegende Fragestellung wird durch das folgende Schaubild kurz vergegenständlicht. Es geht um die Frage nach den Determinanten von technischen Systemen bzw. technischen Anwendungssystemen.

Schaubild 1: Determinanten der Entwicklung technischer Systeme

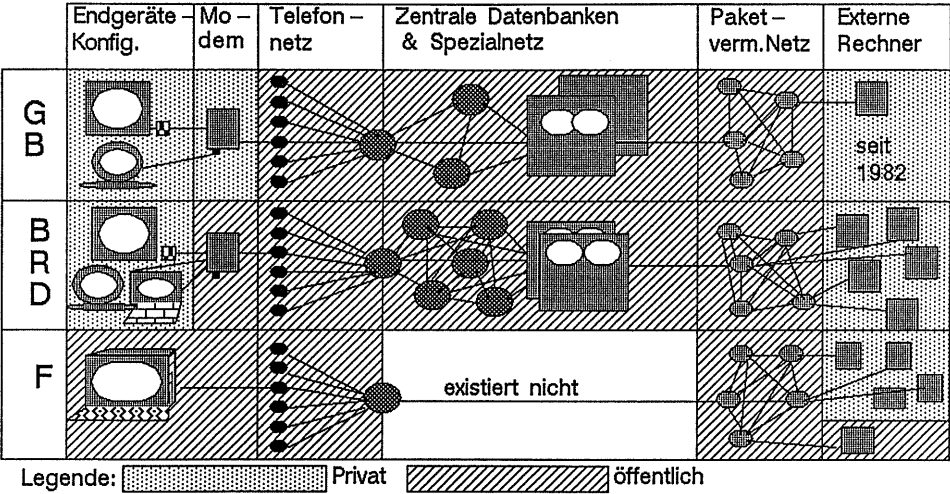


Aus den Merkmalen des technischen Systems folgen unter Hinzunahme von Kontextfaktoren ganz bestimmte Anwendungsmöglichkeiten und damit Nutzer oder Nutzungsprofile, die variieren können, genauso wie die Systeme selbst variieren können. Daneben gibt es die Akteure mit ihren Ressourcen, Interessen, Strategien und zwischen ihnen bestehenden, teils institutionell vorgegebenen Beziehungen, sowie einen weiteren Ring von Kontextfaktoren, die im internationalen Vergleich variieren. Der "technological pool" ist bei Bildschirmtext überall derselbe gewesen. Hier haben wir eine Konstante, während sich kulturelle Faktoren, relevante rechtliche Normen, politische Strukturen und Marktstrukturen in den drei Ländern unterscheiden. Die

Frage ist nun: Wie wirken sich diese Unterschiede des Kontextes aus auf die Ausgestaltung des technischen Systems und anschließend auf die damit zusammenhängenden Nutzungsprofile?

Die wichtigste Voraussetzung, um eine solche Frage überhaupt empirisch angehen zu können, ist, daß es Möglichkeiten der Varianz des technischen Systems gibt. Diese Voraussetzung ist nun gerade bei Bildschirmtext auf vorzügliche Weise gegeben, wie das nächste Schaubild zeigt.

Schaubild 2: Technische und organisatorische Strukturen von "videotex"



Bei Bildschirmtext variiert zwischen den Ländern zunächst die Konfiguration des Endgeräts. Das kann ein Fernsehgerät mit Decoder sein, es kann ein spezieller PC mit einem Decoder oder ein PC mit einer speziellen Software-Emulation sein, und es gibt auch spezielle Terminals oder ein Videotexttelefon. Für die Netzwerkstruktur kann entweder das Telefonnetz benutzt werden oder spezielle Datennetze wie in der Bundesrepublik oder Transpac in Frankreich. Die Rechnerstruktur kann ebenfalls unterschiedlich sein. Die Informationen, die abgerufen werden, können entweder in zentralen Datenbanken oder in regionalen bzw. lokalen Rechnern gespeichert sein, wobei lokale Rechner externe Anlagen, z.B. von Banken und Versicherungen, sein können. Schließlich können sowohl der technische Standard variieren als auch die Dienste, die über dieses System laufen.

In den drei Ländern sind auch tatsächlich unterschiedliche Optionen gewählt worden. Bildschirmtext in Großbritannien, Frankreich und Deutschland unterscheidet sich ganz deutlich voneinander.

### **Hauptunterschiede zwischen den Bildschirmtextsystemen in Großbritannien, Frankreich und der Bundesrepublik**

Ein Bildschirmtextsystem hat insgesamt gesehen vier Hauptelemente: die Akteure, die technische Architektur des Systems, die Organisationsstruktur und spezifische regulative Normen.

Zunächst zu den Akteuren: Wer sind die Akteure? Wer sind die Dienst-Lieferanten? Wer ist der Systemoperator? Wer stellt das Netzwerk, die Kabel usw. zur Verfügung? Wer produziert die Hard- und Software? In dieser Hinsicht gibt es keine großen Unterschiede zwischen den drei Ländern. Sie alle zeichnen sich durch eine Besonderheit aus, wenn man Bildschirmtext vergleicht etwa mit der Entstehung von Elektrizitätssystemen, also einem anderen Typ technischer Systeme. In allen drei Ländern ist nämlich der Staat in der Entwicklungsphase der zentrale Akteur gewesen, in allen drei Ländern ist Bildschirmtext entwickelt worden in der Regie der nationalen Post- bzw. Telefonverwaltungen. In allen drei Ländern sind es dagegen private Firmen, die für das System die Hard- und Software produzieren und als Informationslieferanten oder Dienstleister in diesem Netz auftreten.

Während bei den Akteuren keine großen Unterschiede zu finden sind, gibt es bei der technischen Architektur des Systems (vgl. Schaubild 2) eine hohe Varianz. Der Hauptunterschied bei den Terminals liegt darin, daß sowohl in der Bundesrepublik wie in England zunächst davon ausgegangen wurde, daß der häusliche Fernsehapparat, versehen mit einem besonderen Modem, als Endgerät fungieren würde. Dem gegenüber war in Frankreich von Anfang an klar, daß es ein spezielles Endgerät geben würde, das für nichts weiter als für dieses System benutzt wird und überaus leicht zu handhaben ist. Dieses Gerät, Minitel genannt, wurde von der französischen Post an die Telefonabonnenten frei verteilt. Dies gehört zwar schon zur Strategie, aber ich nehme es einmal vorweg. Beim Netzwerk gibt es Unterschiede bei der besonderen Rolle, die einerseits das Telefonnetzwerk und andererseits spezielle Datennetzwerke spielen. Auf diese Details der Netzwerkstruktur möchte ich jetzt nicht eingehen. Sehr wichtig ist der Unterschied im Rechnerbereich, wo sich ebenfalls die Bundesrepublik und Großbritannien auf der

einen Seite von Frankreich auf der anderen Seite unterscheiden. Sowohl in Großbritannien wie in der Bundesrepublik wurde eine hochgradig zentralisierte und hierarchisierte Rechnerstruktur gewählt mit einem Zentralrechner und einem kleinen System von Regionalrechnern, die mit dem Zentralrechner in Verbindung stehen und über die die einzelnen Bildschirmtextabonnenten mit dem System interagieren. Deutschland und England haben sich zunächst unterschieden durch das Ausmaß, in dem externe Rechner an dem System angeschlossen werden konnten. In der Bundesrepublik konnten Banken, Kaufhäuser, Versicherungen usw. von vorneherein mit ihren externen Rechnern im System anbieten, und über die regionalen Rechenzentren konnte man in diese externen Rechner gelangen. In Großbritannien ist dies zunächst überhaupt nicht möglich gewesen, das gibt es dort erst seit einigen Jahren. In Frankreich ist die Rechnerstruktur dezentral, es gibt überhaupt keinen zentralen Rechner von der Post, sondern fast ausschließlich private Rechner, die von privaten Informationsdienstleistern ans Netz angeschlossen werden und untereinander durch das Transpac-Netz verbunden sind. Die französische Post ist an diesem Rechner-Netz nur soweit beteiligt, als das von ihr gebotene elektronische Telefonbuch über einen Post-Rechner läuft. Die Verbraucher wählen über ein Vermittlungszentrum unmittelbar die Verbindung zu den einzelnen Diensteanbietern. Der letzte wichtige Unterschied bei den technischen Aspekten liegt in den Standards. Der CEPT-Standard im Vergleich zu anderen Standards mit Abstand der technisch anspruchsvollste - ist von der Deutschen Bundespost mit vorgeschlagen und durchgesetzt worden und relativ kurz nach dem Start im bundesdeutschen Bildschirmtext auch implementiert worden, das insofern sehr viel anspruchsvoller ist als die Systeme in den anderen Ländern.

Das dritte Kernelement des Bildschirmtextsystems ist die Organisationsstruktur. Dazu gehört etwa die Regelung des Zugangs zu dem System, die Tarifierung, Rechnungsstellung usw. - also die Verteilung von Rechten, Pflichten und Verantwortlichkeiten. Auch hier gibt es zwischen den drei Systemen wichtige Unterschiede, die zum einen in der Verteilung von Entscheidungsbefugnissen und Verantwortlichkeiten zwischen privaten und öffentlichen Akteuren und zum anderen im System der Tarife und der Rechnungslegung für die Verbraucher liegen.

Schaubild 2 zeigt die Unterschiede zwischen den drei Systemen in der Verteilung zwischen öffentlichen und privaten Akteuren. Hier fällt sofort auf, daß nur im französischen System - sozusagen durchgehend vom Endgerät bis



zu wenigstens einem ganz bestimmten Dienstleistungsbereich, nämlich dem Telefonverzeichnis - alles in öffentlicher Hand liegt. Das Netz der sehr zahlreichen Diensteanbieter spiegelt noch einmal das Nichtvorhandensein eines Systems von zentralen Rechnern in Frankreich wieder, wo es über die öffentlichen Vermittlungsstellen und das Datennetz unmittelbar zu den externen Rechnern geht. Im Gegensatz dazu ist in Großbritannien und in der Bundesrepublik der Endgerätebereich und der ganze Bereich der Anbieter ohne jede Ausnahme bisher völlig privat. Erst seit 1987 tritt, dies ist eine kleine Neuerung, in der Bundesrepublik die Post im Endgerätebereich als Anbieter auf.

Bei den Tarifen und Preisen existiert noch einmal ein deutlicher Unterschied zwischen den Ländern. Sowohl in Großbritannien als auch in der Bundesrepublik gibt es laufende Gebühren, in Frankreich ist der Anschluß kostenlos. In allen drei Ländern fallen Kosten an, die abhängig sind von der Zeit, die das Gerät angeschaltet ist. Schließlich gibt es noch eine dritte Kostenmöglichkeit - die Seitenkosten. In der Bundesrepublik kosten die Seiten bei Bildschirmtext etwas, das tun sie auch in England, nicht aber in Frankreich. In Frankreich gibt es also weder laufende Gebühren noch Seitenkosten, lediglich zeitabhängige Kosten, die über ein ganz bestimmtes Verrechnungssystem zwischen der französischen Post und dem Anbieter geteilt werden. Das macht natürlich die Handhabung dieses Systems in Frankreich wesentlich einfacher - nicht unbedingt billiger.

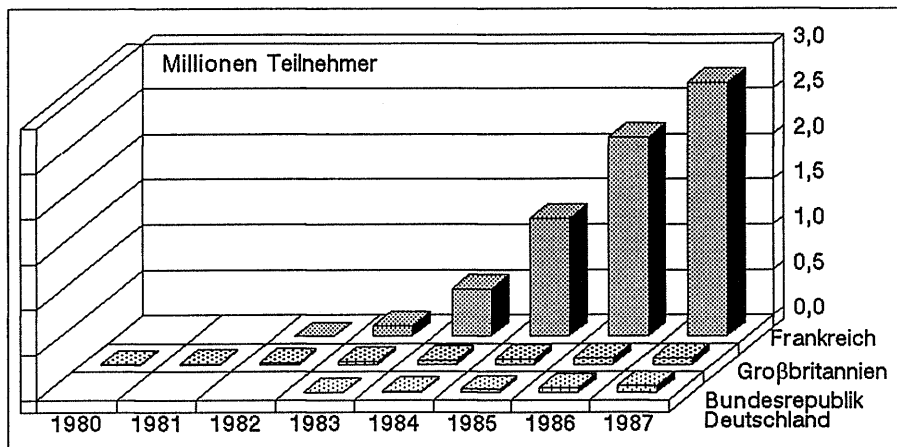
Neben der Organisationsstruktur haben wir bei Bildschirmtextsystemen noch ein viertes Hauptelement, einen spezifischen Satz von regulativen Normen, die sich im wesentlichen auf gefürchtete Externalitäten beziehen. In diesem Bereich, auf den ich jetzt hier nicht näher eingehen will, gibt es einen wichtigen Unterschied: Bildschirmtext in der Bundesrepublik ist wesentlich schärfer in diesem Sinne reguliert als in den beiden anderen Ländern.

Was für Folgen hat die Unterschiedlichkeit der Systeme gehabt? Ich denke, die Diskussion ist bekannt, das folgende Schaubild zur Teilnehmerentwicklung von Bildschirmtext im internationalen Vergleich dürfte genügen.

Das früheste System, Großbritannien, hat sich langsam verbreitet und ist nicht viel weitergekommen. Bildschirmtext in der Bundesrepublik hat als letztes angefangen und geht auch nicht wesentlich besser. Frankreich hat als Zweiter angefangen und hat eine enorme Entwicklung zu verzeichnen. Mit dieser unterschiedlichen Nutzungsentwicklung zusammenhängend sind auch in der Nutzungsstruktur Differenzen festzustellen. Während in der Bundes-

republik und in Großbritannien geschäftliche und professionelle Nutzer im Vordergrund stehen, ist die private Nutzung dasjenige, was die Bildschirmtextentwicklung in Frankreich antreibt.

**Schaubild 3: "Interactive Videotex" – Teilnehmerentwicklung in Frankreich, Großbritannien und der Bundesrepublik Deutschland**



### **Zur Erklärung der Unterschiede zwischen den nationalen Bildschirmtextsystemen**

Erklärungen für die skizzierten Unterschiede zwischen den drei Ländern haben wir in zwei Bereichen gefunden: Zum einen in den durchaus unterschiedlichen Einführungsstrategien der nationalen Post- bzw. Telefonverwaltungen und zum zweiten in einer damit zusammenhängenden, aber doch analytisch davon trennbaren Zahl von Schlüsselentscheidungen, was die technische und organisatorische Konfiguration des Systems angeht. Die Einführungsstrategien und die technischen und organisatorischen Entscheidungen hängen nur teilweise zusammen.

Im Strategiebereich entsprach in der Bundesrepublik und England die Einführung von Bildschirmtext der Logik einer Infrastrukturpolitik. Man wollte eine privat nutzbare Infrastruktur zur Verfügung stellen, das war die Hauptorientierung. Außerdem hatten die Telefonverwaltungen ein ganz bestimmtes eigenes Interesse an einem neuen Arbeitsgebiet. In der Bundesrepublik gab es hohe Überschüsse im Telefonbereich, die zum Finanzminister



gewandert wären, wenn man sie nicht selbst wieder hätte reinvestieren können. Darüberhinaus hat man angesichts der Sättigung im Telefonbereich ein neues Wachstumsfeld, eine neue Anwendungsnische gesucht. Das war dann Bildschirmtext. Damit wiederum hängt ganz eng zusammen, daß Bildschirmtext ein Massendienst werden sollte. Das wiederum führte dazu, daß man als Endgerät den Fernsehapparat mit Dekoder und Modem wählte, denn einen Fernseher haben fast alle Leute. In Frankreich steht demgegenüber die Bildschirmtextentwicklung in einem industriepolitischen Zusammenhang. Man wollte der französischen Telekommunikationsindustrie einen neuen Wachstumsbereich geben und man wollte dabei vor allen Dingen eine eigene französische Spitzentechnikentwicklung initiieren, um auf einem bestimmten Gebiet amerikanischer und japanischer Hegemonie zu entkommen. Es gab also das Ziel, aktiv etwas zu entwickeln. Davon ausgehend haben die Franzosen mit ihrer Tradition der "grands projets" daraus ein solches "grand projet" gemacht und entschieden, aus den Fehlern, die in ihrer Sicht die Engländer begangen haben, zu lernen. Sie wollten die Hürde der zu langsamen Diffusion überwinden, in der ein negativer Zirkel steckt: Wenn es nicht hinreichend viele Nutzer gibt, dann lohnt es nicht, interessante Dienstleistungsangebote zu machen, und umgekehrt - ohne interessante Dienstleistungsangebote finden sich keine Nutzer. Aus diesem Zirkel, dieser negativen Verstärkung sind bisher weder die Bundesrepublik noch Großbritannien herausgekommen, beide haben sie bis jetzt noch nicht in eine positive Verstärkung wenden können. Die Franzosen haben dies - und das läßt sich nachweisen - als Problem eingesehen und nach Lösungen gesucht. Sie kamen darauf, daß das einzige, was sie dagegen machen können, ist, die Endgeräte frei an die Kunden zu verteilen. Das ließ sich damit rechtfertigen, daß man sagte, das Telefonbuch wird ja auch frei verteilt, nun wird eben das elektronische Telefonbuch frei verteilt, und dann gibt es eine Basis, auf der die privaten Anbieter weiterarbeiten können.

Unter den technischen und organisatorischen Schlüsselerscheidungen hing beispielsweise die Wahl des Endgerätes natürlich mit den erwähnten Einführungsstrategien zusammen. Es gab aber noch andere Elemente, die nicht unbedingt damit zusammenhängen. Darunter ist insbesondere die hochgradig zentralisierte Rechnerstruktur in der Bundesrepublik und auch in Großbritannien. Eine dritte, sehr wichtige Entscheidung ist die Entscheidung für ein sehr einfaches Gebühreneinzugsverfahren in Frankreich und durchaus kompliziertere Verfahren in den beiden anderen Ländern.

Minitel ist fabelhaft leicht zu bedienen. Und nicht nur das, auch die Standards für den Zugang der Diensteanbieter in das System, die Protokolle, sind in Frankreich wesentlich einfacher als in den anderen Ländern, ganz abgesehen davon, daß dieser Zugang in Frankreich bis vor kurzem kaum reguliert war, während in der Bundesrepublik unter Mißbrauchsbedürfnissen von Anfang an alles sehr stark reguliert war.

Strategien und Entscheidungen, die mit diesen Strategien zusammenhängen, fallen natürlich nicht vom Himmel. Dafür gibt es noch einmal eine Schicht von Gründen, die man letztlich im Bereich der kontextuellen Faktoren institutioneller Art finden muß. Dies kann ich hier nur noch an wenigen Beispielen illustrieren.

Fragen wir speziell: Warum hat die Bundesrepublik nicht dieselbe Politik verfolgt wie Frankreich? In der Bundesrepublik hatte man sich ja, weil man einen Massendienst wollte, für den Fernsehapparat als Endgerät entschieden. Dazukommen mußte aber, daß man die französische Option, an die Telefonkunden das Endgerät frei zu verteilen, nicht wählen konnte. Diese Option war wohl in einer Zeit, wo bei uns die Diskussion eher um die Liberalisierung des Endgerätemarktes - auch beim Telefon - ging, politisch nicht mehr durchzusetzen: Die Industrie war dagegen, die öffentliche Meinung war dagegen. Die Möglichkeit, Bildschirmtext wie in Frankreich aus industriepolitischen, wirtschaftspolitischen Motiven heraus zu machen, paßte nicht in die Landschaft und wurde wohl aus diesen Gründen auch gar nicht ernsthaft erwogen. Es wurde zwar diskutiert, aber es war eine Option, die aus diesen Gründen nicht wählbar war.

Die hochgradige Regulierung von Bildschirmtext in der Bundesrepublik ist ganz eng verknüpft mit der bundesstaatlichen Struktur. Das ist nicht der einzige, aber ein wichtiger institutioneller Grund für die Unterschiede bei diesem Aspekt. Vor der Einführung von Bildschirmtext gab es hierzulande eine Auseinandersetzung darüber, was Bildschirmtext ist. Ist Bildschirmtext Telefon oder ist Bildschirmtext Radio bzw. Fernsehen? Je nachdem wären dann entweder der Bund oder die Länder hauptsächlich regelungsbefugt gewesen. Schließlich hat sich die Ländermeinung soweit durchgesetzt, daß die Bildschirmtext Einführung nur über einen Staatsvertrag zwischen Bund und Ländern möglich wurde. Dadurch aber kamen nun in der Bundesrepublik die Medienjuristen und Medienexperten auf den Plan - nicht jedoch in Frankreich. Diese Medienfachleute haben im wesentlichen dann den Regelungsbedarf identifiziert.

Was schließlich den abschreckend komplizierten technischen Standard des deutschen Bildschirmtextsystems angeht, liegt am nächsten wohl eine kulturelle Erklärung. Es gibt eine ganze Reihe von Bereichen und historischen Beispielen dafür, daß im Ländervergleich in Deutschland - und ich sage Deutschland, weil das weiter zurückreicht als 1945 - leicht für die technisch komplizierte, perfekte, anspruchsvolle und natürlich schließlich irgendwann auch leistungsfähigere Option plädiert wird. Ein interessantes Beispiel dafür sind im letzten Weltkrieg die Entscheidungen der USA auf der einen Seite und von Hitler-Deutschland auf der anderen Seite im Bereich des Flugzeugbaus, die genau in diese Richtung deuten. Das ist jedenfalls eine unserer Hypothesen, wo wir meinen, daß kulturelle Faktoren eine ganz deutliche Rolle spielen. Man kann solche kulturellen Faktoren auch nachweisen im Bereich der Nutzungsprofile, zu denen ich hier nicht weiter sprechen kann.

### **Divergenz oder Konvergenz in der Weiterentwicklung der Bildschirmtextsysteme?**

Ich glaube, daß es dieser Untersuchung gelungen ist, an einem konkreten empirischen Beispiel die Wirkung ganz bestimmter sozialer Kontextfaktoren auf die Entwicklung eines technischen Systems nachzuzeichnen. Was mich persönlich langfristig gesehen sehr interessiert, ist, ob und wie weit sich die gegenwärtige Unterschiedlichkeit der technischen Anwendungssysteme perpetuieren wird oder ob wir in zehn Jahren rückblickend sehen werden, daß sie sich aneinander angenähert haben. Im Eisenbahnbau etwa kann man in den verschiedenen Ländern sehen, daß trotz starker Unterschiede zwischen den nationalen Systemen am Anfang die Systeme sich am Ende sehr geähnelt haben. Aber das ist dann die nächste Stufe **nach** der Genese, die Frage nämlich: Gibt es so etwas wie eine Tendenz zur Einebnung von Unterschieden aufgrund von Kontextfaktoren, die in der Genese technischer Systeme am Anfang eine große Rolle spielen?

## Literatur

- Hughes, Thomas P.: Networks of Power - Electrification in Western Society, 1880 - 1930, Baltimore/London 1983.
- Mayntz, Renate; Hughes, Thomas P. (eds.): The Development of Large Technical Systems, Frankfurt/New York 1988 (im Druck).
- Mayntz, Renate; Schneider, Volker: The Dynamics of System Development in a Comparative Perspective. Interactive Videotex in Germany, France and Britain. In: Mayntz; Hughes, op. cit.
- Rammert, Werner: Soziotechnische Evolution: Sozialstruktureller Wandel und Strategien der Technisierung. In: R. Jokisch (Hrsg.): Technik-Soziologie, Frankfurt/Main 1982, S. 32-81.

## Diskussion

Die Diskussion konzentrierte sich im wesentlichen auf folgende Fragen:

1. Was waren die entscheidenden Faktoren bei der Entwicklung des Videotex-Systems in den drei Ländern?
2. Welche Rolle spielten die nationalen Postverwaltungen bei der Durchsetzung der jeweiligen technischen Lösung?
3. Welche Nutzungsstrukturen haben sich wie herausgebildet und welche weiteren Entwicklungslinien sind zu erwarten?
4. Was sind die abhängigen Variablen der empirischen Untersuchung?

Den ersten Diskussionsblock leiteten Brinckmann, Kubicek und Schatz mit Fragen nach den entscheidenden **Erklärungsfaktoren für die unterschiedliche Entwicklung in den drei Ländern** ein. In ihrer Antwort stellte Frau Mayntz klar, daß die nationalen Telefonsysteme als die technologische Basis von Videotex kaum Unterschiede aufwiesen. Dennoch entwickelten die nationalen Postverwaltungen - teils in enger Kooperation mit der Industrie - sehr unterschiedliche Vorstellungen und Konzepte zur soziotechnischen Ausgestaltung sowie zur Durchsetzung der Technik. Deutlich wird dies etwa an der jeweiligen Strategie, wie die privaten Haushalte (als die eine Zielgruppe) mit geeigneten Endgeräten auszustatten seien, aber auch an unterschiedlichen technischen und rechtlichen Normierungen. Unterschiede in der Systemkonzeption hatten sich trotz einer relativ hohen Interaktionsdichte bei den jeweiligen nationalen Promotoren schon sehr frühzeitig herausgebildet.

Entscheidend für die jeweiligen nationalen Systemlösungen (Btx, Teletel, Prestel) waren weniger technische Aspekte als vielmehr die vorhandenen institutionellen Strukturen, die u.a. zu sehr unterschiedlichen politischen Regulierungen der Technik führten. Für die bundesdeutsche Konzeption und Realisierung von Btx kamen somit auch dem Staatsvertrag der Länder, in dem Btx u.a. als öffentliches Medium definiert wurde, und demzufolge der Gruppe der Medienexperten eine erhebliche Bedeutung zu.

Im Gegensatz zu Frankreich war allerdings Btx in der Bundesrepublik - wie Frau Mayntz betonte - nicht industriepolitisch motiviert. Es gab in der Bundesrepublik zu keinem Zeitpunkt eine Lobby für die "französische Lö-

sung". Durchaus ähnlich sei jedoch die generelle Leitlinie bei der Entwicklung und Auslegung des Systems in der Bundesrepublik gewesen (Fleischmann). Im Mittelpunkt stand dabei die Idee von der "Rationalisierung des Alltags durch neue Technik", wobei die technischen Standards von der Post explizit sehr hoch angesetzt wurden (Rammert). Damit startete die Bundespost den Versuch, sich als Promotor einer Hochtechnologie zu profilieren, was sicherlich im kommunikationstechnologischen Bereich - im Gegensatz etwa zum Bereich Fertigungstechnik (Hirsch-Kreinsen) - für die Bundesrepublik insgesamt gilt. Hirsch-Kreinsen bezweifelte allerdings die dahinterstehende These vom deutschen technischen Perfektionismus. Wie Mai ausführte, finden sich technisch anspruchsvolle Lösungen in der Telekommunikation nicht nur in der Bundesrepublik, sondern in einer ganzen Reihe von Ländern. Man müsse sich darüber im klaren sein - so Fleischmann -, daß die zugänglichen Dokumente nur sehr eingeschränkt den wahren Diskussionsprozeß wiedergeben, was sicherlich besonders für das Zusammenspiel Post - Siemens gelte.

Im darauffolgenden Diskussionsblock ging es dann um **Fragen der Technikanwendung**: Wieso hat sich letztlich das Spektrum der Nutzer und Nutzungen in der Bundesrepublik auf der einen sowie in Frankreich auf der anderen Seite so unterschiedlich entwickelt? Lagen etwa unterschiedliche Kommunikationsbedürfnisse oder ein unterschiedlicher Nachholbedarf bezüglich entsprechender Anwendungen von neuen Diensten vor? Gibt es zudem nennenswerte Unterschiede in der geschäftlichen Nutzung von Videotex in den drei Ländern? (Dierkes, Fleischmann, Schumann und Springer) Schumann wies dabei besonders auf die Notwendigkeit hin, den "Bedarf" nach der Technik einerseits sowie den "Nutzen" durch die Technik andererseits zu präzisieren. Betrachtet man - so Frau Mayntz - die durch die jeweiligen nationalen Systemlösungen geschaffenen technischen und ökonomischen Voraussetzungen (insbesondere die Systemarchitektur sowie die Zugangs- und Nutzungskosten) für die Diffusion der Videotex-Systeme, so lassen sich erhebliche Unterschiede zwischen Frankreich, der Bundesrepublik, aber auch Großbritannien erkennen. Ein vergleichsweise höherer Rationalisierungsbedarf mit einem damit verbundenen "Anwendungsstau" bei neuen Techniken und Diensten etwa in Frankreich (These von Rammert) kann dagegen empirisch nicht belegt werden, würde darüber hinaus aber auch nicht die enormen Unterschiede in den Anschluß- bzw. Teilnehmerzahlen beider Länder erklären. Dies wurde auch von Veltz bestätigt, indem er darauf hin-

wies, daß die französischen ebenso wie die deutschen Großunternehmen schon sehr frühzeitig neue Techniken wie beispielsweise die elektronische Datenverarbeitung genutzt haben. Anwendungspotentiale für Btx wurden daher in Frankreich zunächst auch eher im beruflich-geschäftlichen Bereich gesehen; der sich dann einstellende Erfolg von Btx ("Minitel") als privates Kommunikationsmedium war daher sehr überraschend. Anders als in der BRD ist dort der entscheidende Wachstumsfaktor die Kommunikation "privat zu privat". Dennoch ist festzustellen, daß ein erheblicher Teil der den privaten Haushalten von der französischen Post zur Verfügung gestellten Endgeräte - die weitaus meisten Teilnehmer sind Privathaushalte - wenig genutzt wird (Mayntz).

Weiterhin vertrat Veltz die These, daß die soziokulturelle Einbettung des Btx-Systems in den untersuchten Ländern sehr voneinander abweiche. Entscheidend für den Erfolg von Btx in Frankreich waren jedoch - so Frau Mayntz - weniger kulturelle Faktoren, sondern die Bereitstellung einer technischen Infrastruktur mit den entsprechenden Nutzungsmöglichkeiten. Im übrigen sei der Kulturbegriff zu diffus, um damit empirisch arbeiten zu können.

Erst über die Verfügbarkeit neuer kostengünstiger kommunikationstechnologischer Optionen seien "neue Bedürfnisse" produziert worden, bildete sich ein Bedarf bzw. eine Nachfrage nach der Technik; diese vergleichsweise breite Akzeptanz von "Minitel" war insofern auch nicht Resultat einer als defizitär empfundenen "Mangelsituation". Videotex ist somit durchaus typisch für die Genese (groß-)technischer Systeme: Diese werden sehr häufig in einer Phase implementiert, in der sich noch kein Bedarf, noch keine Nachfrage nach der Technik entwickelt hat (Mayntz).

Obwohl sich in Frankreich - wie Frau Mayntz darlegte - dominante Nutzungsmuster herausgebildet haben, ist die Anwendungsbreite der Technik noch relativ offen und wenig definiert. Noch diffuser sind allerdings die Vorstellungen zu den Anwendungen des Systems in der Bundesrepublik und insbesondere in Großbritannien.

Einen weitere Diskussionsstrang leitete v. Friedeburg mit der **Frage nach der künftigen Entwicklung des Systems** ein. Hierbei stünden vor allem technische Aspekte im Vordergrund. In der Bundesrepublik wie auch in Großbritannien und Frankreich wird etwa die künftige Entwicklung der Teilnehmerzahlen bei Btx sehr stark von dem Verbreitungsgrad von PCs - als künftiges Standardendgerät zur Btx-Nutzung - bei den privaten Haushalten abhängen



(Mayntz). Erhebliche Probleme im Hinblick auf eine Normierung der Systeme seien allerdings 1992 mit der Harmonisierung des EG-Marktes zu erwarten (Mai). Sehr wahrscheinlich ist auch eine Ausweitung und Ausdifferenzierung des bislang noch sehr engen Anbieterspektrums. Rammert erwartet für die Bundesrepublik in absehbarer Zukunft keinen grundlegenden Wandel in den Kommunikationsbeziehungen, so daß er auch für eine Ausweitung der Nutzungen keine Realisierungschancen sieht.

Wie Frau Mayntz auf Fragen von Kubicek und Rammert darlegte, läßt sich gegenwärtig eine Tendenz absehen, daß die bestehenden Videotex-Systeme ihre Eigenständigkeit und Einzigartigkeit insofern verlieren werden, als bestimmte (Videotex-spezifische) Funktionen und Dienste auch von anderen Systemen übernommen bzw. von anderen Systemen angeboten werden. Dies gilt zur Zeit besonders für das britische System "Prestel". Die Tendenz in allen drei Ländern geht eindeutig in Richtung eines universellen Systems für Daten-, Text- und Bildkommunikation. Die in Frankreich bestehende Dezentralisierung bei Videotex (Rammert) könne durchaus als Analogie zur Entwicklung des französischen Eisenbahnsystems angesehen werden. Beim französischen "Minitel" war und ist die technische Struktur dezentral angelegt; zentralistisch war hingegen die Entscheidung, den Haushalten die Technik praktisch kostenlos zur Verfügung zu stellen. Vergleichbar wurde das französische Eisenbahnsystem organisiert. Auch hier gab es lediglich einen einheitlichen Netzplan sowie die zentrale Festlegung auf eine einheitliche Spurbreite.

Der letzte Diskussionsblock begann mit der Frage von Lutz, ob es sich bei dem angezielten internationalen **Vergleich eines technischen Innovationsprozesses** (am Beispiel von Btx) nicht vielmehr um einen **Vergleich nationaler Politiken** handelt. Entscheidend wäre dann, wie die nationalen Postverwaltungen gegebene technologische Voraussetzungen genutzt haben, um ihre politischen Zielvorstellungen umzusetzen und zugleich ihr Handlungspotential auszuweiten. Dierkes merkte in diesem Zusammenhang an, daß seiner Ansicht nach die deutsche im Gegensatz zur französischen Postverwaltung auf ein sehr fest gefügtes "technisches Leitbild" hin orientiert sei, was sich möglicherweise in einer eingeschränkten Lernbereitschaft und in einer geringeren Handlungsflexibilität niedergeschlagen hat. Interessant wäre es sicherlich, wenn die Funktionen solcher Leitbilder einmal systematisch untersucht würden.



Anders als Lutz hält Frau Mayntz eine solche Trennung von Systemgenese auf der einen und Politikstrategien auf der anderen Seite - zumindest im Rahmen einer empirischen Untersuchung - für nicht begründbar. Ein Vergleich der Entwicklung technischer Systeme bzw. Innovationen beinhaltet zugleich immer auch einen Vergleich der darauf bezogenen Handlungsstrategien unterschiedlichster Akteure. Bei Btx liegt zudem der Fall vor, daß der technologische Pool, also die Basistechnologie (**nicht** die technischen Einzelösungen) und somit die technologische Ausgangssituation für alle nationalen Postverwaltungen relativ einheitlich war. Ausgehend von diesen sehr ähnlichen technologischen Voraussetzungen wurden dann allerdings unterschiedliche Entscheidungen bezüglich der Systemauslegung und -entwicklung getroffen, was sich sowohl in unterschiedlichen Zielsetzungen als auch in unterschiedlichen Strategien zur Akzeptanzausweitung widerspiegeln. Differenzierungen in der Genese (groß-)technischer Systeme lassen sich also in erheblichem Maße durch das jeweilige Entscheidungshandeln - das eingebettet ist in die jeweiligen strukturellen und institutionellen Kontexte - der beteiligten Akteure erklären. Die abhängigen Variablen des Forschungsprojektes (Frage von Schatz) seien - so Frau Mayntz - weder Indikatoren der Entwicklung der Basistechnologie noch Indikatoren des Diffusionsprozesses in seiner Gesamtheit, sondern Merkmale eines technischen Anwendungssystems, also Merkmale (a) der technischen sowie (b) der sozialen Organisation des Systems.

Diskussionsprotokoll: Rainer Ollmann

**Die Entwicklung der NC-Steuerungen von Werkzeugmaschinen - ein Vergleich zwischen den USA und den deutschsprachigen Ländern**

**I. Vorbemerkung**

Im Verlauf von mehr als 30 Jahren sind NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen zu einer Schlüsseltechnik für die fertigungstechnische Industrie geworden.<sup>1</sup> Ihren Ausgang nahm die NC-Entwicklung in den 40er und 50er Jahren in den USA und sie verästelte sich in ihrem Verlauf in eine ganze Reihe in verschiedener Hinsicht teilweise sehr unterschiedlicher Entwicklungslinien. Ein die Entwicklungslinien unterscheidendes Merkmal sind die verschiedenen Möglichkeiten der Werkstattprogrammierbarkeit von NC-Steuerungen, wie sie sich bei einem Vergleich von NC-Steuerungen aus den USA und der Bundesrepublik Deutschland zeigen und für die es bislang eine ganze Reihe von Hinweisen, etwa von Ingenieurwissenschaftlern und Betriebspraktikern, gab.<sup>2</sup>

Diese und ähnliche Differenzen in der NC-Entwicklung können kaum allein auf technologische und technische Ursachen wie auf die jeweils verfügbaren Basistechnologien von der Relais-technik über die Transistorentechnik bis zur Mikroelektronik zurückgeführt werden. Ohne Frage verbanden sich damit jeweils unterschiedliche technische Optionen für die NC-Entwicklung in aufeinander folgenden Entwicklungsphasen, nicht erklärt werden können damit jedoch die unterschiedlichen Entwicklungslinien dieser Technik, die zeitlich nebeneinander herliefen.

Anzunehmen ist vielmehr, daß die Unterschiede in der Werkstattprogrammierbarkeit der NC-Steuerungen in hohem Maße auf den Einfluß je verschiedener sozialer und ökonomischer Bedingungen und Faktoren zurückzuführen sind.

Dieser Vermutung soll im folgenden genauer nachgegangen werden. In einem ersten Schritt soll versucht werden, die nationalspezifischen Differenzen der Technikentwicklung zwischen den USA und der Bundesrepublik Deutschland genauer nachzuzeichnen. Empirische Basis hierfür sind das re-

lativ umfangreiche Material, das der Technikhistoriker Noble über die NC-Entwicklung der USA ausbreitet (Noble 1984,1986), sowie eine Reihe von Expertengesprächen und die Durchsicht der einschlägigen technischen Literatur über die NC-Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland. In einem zweiten Schritt soll eine Reihe von Hypothesen zum Zusammenhang von Technikentwicklung und sozio-ökonomischen Einflußbedingungen zur Diskussion gestellt werden. In einem dritten Schritt schließlich geht es um erste Überlegungen zu einem analytischen Modell fertigungstechnischer Entwicklung. Insgesamt handelt es sich keineswegs um abgeschlossene und endgültige Befunde und Hypothesen, sondern es wird aus der Arbeit eines laufenden Projektes berichtet.<sup>3</sup>

## II. Zur NC-Entwicklung im Vergleich

Soweit es die vorliegenden empirischen Befunde erlauben, können im Vergleich zwischen den USA und der Bundesrepublik Deutschland folgende nationalspezifische Entwicklungslinien der NC-Technik ausgemacht werden:

(1) Die NC-Entwicklung in den USA orientiert sich nahezu durchgängig von ihrem Beginn am Anfang der 50er Jahre bis in die 60er Jahre hinein an einem Konzept, das auf die Ausweitung der "Eigenfähigkeit" technischer Anlagen durch eine möglichst maximale Nutzung verfügbarer Computertechniken hinausläuft. Zunächst relativ unabhängig von entstehenden Kosten sollen damit zuvor nur schwer lösbare bzw. neu entstehende Bearbeitungsprobleme bewältigt werden können. Menschlicher Arbeit kommt in einem solchen Konzept nur die Funktion einer Restgröße zu.

Greifbar wird dies daran, daß die US-Entwicklung von der Dominanz relativ komplexer und aufwendiger Steuerungskonzeptionen, zunächst hauptsächlich Bahnsteuerungen, für die Bearbeitung geometrisch besonders komplizierter Teile, geprägt war.<sup>4</sup> Arbeitsorganisatorisch liefen diese Steuerungskonzepte auf eine von unmittelbaren Fertigungsprozeß zeitlich und räumlich separierte Programmierung hinaus, und sie boten in der Regel bis in die 70er Jahre zunächst keine und später ebenfalls sehr begrenzte Möglichkeiten für Werkstattprogrammierung durch die Korrektur einzelner Daten in den vorab erstellten Programmen. Erst im Verlauf der 80er Jahre wurden in den USA NC-Steuerungen entwickelt, die zwar in größerem Umfang Möglichkeiten für

Werkstattprogrammierung boten, dieser jedoch nur eine zur zentralen Programmierung eine komplementäre Funktion, etwa zur Bewältigung von Störungen u.ä., zukam.

(2) Demgegenüber folgt die Hauptlinie der westdeutschen NC-Entwicklung dem Ziel der Rationalisierung von Bearbeitungsprozessen unterschiedlichster Bedingungen in Hinblick auf die Teilegeometrie und die Verfahren ihrer Bearbeitung. Dies erfordert eine möglichst breit anwendbare Technik und ihren Einsatz auf einem Niveau eines vergleichsweise kalkulierbaren technischen und organisatorischen Aufwandes. Damit verbindet sich einerseits der Versuch einer fortschreitenden weitgehenden Automatisierung von Bearbeitungsprozessen. Andererseits erfordert dieses Ziel eine in technischer wie organisatorischer Hinsicht flexible Einsetzbarkeit der Steuerungen, die neben einer entsprechenden Technikauslegung Möglichkeiten direkter personeller Eingriffe in den Programmablauf notwendig macht. Menschliche Arbeit ist in diesem Konzept mithin ein funktionsnotwendiges Komplement zur Automatisierung der Bearbeitungsprozesse.

Diese NC-Linie, mit der die NC-Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland Anfang der 60er Jahre auf breiter Front begann, zeichnete sich zunächst durch im Vergleich zu Bahnsteuerungen relativ einfachere Punkt- und Streckensteuerungen aus. Daneben richtete sich die Entwicklung weit mehr als in den USA auf die Bewältigung sehr heterogener technologischer Bearbeitungsprobleme. Schließlich fanden sich trotz des auch im hier Prinzip verfolgten Konzepts einer separierten Maschinenprogrammierung relativ frühzeitig an einer ganzen Reihe gängiger Steuerungstypen Möglichkeiten für eine gewisse Werkstattprogrammierung, etwa in Form der Eingabe einzelner Programmkomponenten oder der Modifikation zentral erstellter Programmdateien. Diese Möglichkeiten wurden im Unterschied zur US-Entwicklung im Verlauf der 60er Jahre und vor allem der 70er Jahre nicht nur anfänglich bei einfacheren Steuerungstypen, sondern später auch bei komplexen Steuerungen weiterentwickelt und ständig ausgebaut.

(3) Grundlegend davon zu unterscheiden ist eine Nebenlinie der NC-Entwicklung, die als arbeitprozessorientiert charakterisiert werden kann. Diese Entwicklungslinie eröffnet vom Konzept her weite Möglichkeiten der Werkstattprogrammierung und eine zentrale Programmierung ist entweder überhaupt nicht oder nur als Zusatzfunktion vorgesehen. Obgleich auch dem Ziel

der Rationalisierung von Bearbeitungsprozessen verpflichtet, sind die Qualifikationen und Erfahrungen menschlicher Arbeit bei dieser Linie der NC-Technik Ausgangspunkt der Entwicklung. Schon vom Konzept her soll über die damit intendierte hohe technischorganisatorische Flexibilität eine Vielzahl von Barrieren und Problemen des NC-Einsatzes vermieden werden.

In den USA war diese Entwicklungslinie, vor allem in Form des bekannten Play-Back-Verfahrens, nur sehr sporadisch und selten im Verlauf der 50er und 60er Jahre anzutreffen. Sieht man von Ausnahmen ab, wurden derartige Konzepte in den USA teilweise mit japanischer Kooperation erst in den 80er Jahren auf breiterer Front aufgegriffen.<sup>5</sup> In der Bundesrepublik Deutschland hingegen wurde diese Entwicklungslinie schon in den 50er Jahren angegangen und spätestens seit den 60er Jahren systematisch und kontinuierlich bis zum heutigen Zeitpunkt verfolgt. Spätestens ab Mitte der 70er Jahre wurde hier die arbeitsprozeßorientierte NC-Linie in Form der Handeingabe von Daten zur Basis eines überaus erfolgreichen Entwicklungsschubs der NC-Technik, dem sich die skizzierte Hauptlinie der westdeutschen NC-Entwicklung zunehmend anpaßt.

Im übrigen Westeuropa wurden unterschiedliche Steuerungskonzeptionen verfolgt: In Italien, Frankreich und insbesondere in Großbritannien dominierte eine NC-Entwicklungslinie, die sich stark und über lange Zeit hinweg an der US-Konzeption orientierte, während in deutschsprachigen Ländern (Österreich, Schweiz) offensichtlich relativ ausgeprägt seit dem Beginn der 60er Jahre die arbeitsprozeßorientierte NC-Linie verfolgt wurde. Die Weiterentwicklung dieser NC-Linie ab Mitte der 70er Jahre wurde daher in Italien und Frankreich im Unterschied zu den deutschsprachigen Ländern sehr zögernd aufgegriffen.

Diese Kategorisierung der NC-Entwicklung zielte einerseits darauf, die nationalspezifischen Entwicklungsdifferenzen der NC-Technik deutlich heraustreten zu lassen; andererseits soll damit der Blick auf die gleichsam hinter diesen Merkmalen stehenden sozialen und ökonomischen Bedingungen eröffnet werden. Zu nennen sind hier in erster Instanz die je spezifische Entwicklerkonstellation und in zweiter Instanz damit in Wechselwirkung stehende gesellschaftsstrukturelle Bedingungen. Zu dem Zusammenhang beider Bedingungskomplexe mit der Technikentwicklung sollen im folgenden erste und vorläufige Hypothesen formuliert werden.

### III. Zur Bedeutung sozioökonomischer Einflußfaktoren

#### 1. Entwicklerkonstellationen

Zwischen den USA und der Bundesrepublik Deutschland zeigen sich auf der einen Seite im Hinblick auf die an der Technikentwicklung beteiligten Institutionen, Unternehmen und einzelnen Akteure gewisse Ähnlichkeiten, die vor allem die in beiden Ländern durchgängige und hohe Bedeutung von elektrotechnischen Unternehmen und Rechnerherstellern bei der Steuerungsentwicklung betreffen. Diese bestimmten nicht nur in den USA, sondern auch in der Bundesrepublik Deutschland über lange Jahre hinweg das Breitengeschäft mit der neuen Technik, basierend auf der jeweiligen Hauptlinie der NC-Entwicklung und trugen maßgeblich zu ihrer ständigen Weiterentwicklung und allmählichen Perfektionierung bei.

Auf der anderen Seite zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede, die in der jeweils verschiedenen Bedeutung von Staat und Wissenschaft einerseits und des Werkzeugmaschinenbaus andererseits liegen.

In den USA wurde die NC-Entwicklung maßgeblich von staatlichen, insbesondere militärischen Institutionen, nämlich der US-Air Force sowie damit verbundenen Teilen des Wissenschaftssystems, wie Bereiche der Steuerungs- und Regelungstechnik sowie der Computerentwicklung, vorangetrieben. Der Werkzeugmaschinenbau war durch wenige Großbetriebe beteiligt, die über enge Kooperationsbeziehungen mit den staatlichen und wissenschaftlichen Institutionen verbunden waren. Grundlegend für die US-NC-Technik war die militärisch beeinflusste Steuerungs- und Rechnerntechnik auf der Basis spezialisierter und standardisierter Werkzeugmaschinenkonzeptionen für die Serien- und Großserienfertigung.

Die Absatzinteressen der NC-Entwickler in den USA richteten sich zunächst ausschließlich auf die militärische Luftfahrtindustrie, die weitgehend unabhängig von Kriterien der ökonomischen Effizienz die neue Technik einsetzen sollte. Mit der Entwicklung neuer Hochleistungsflugzeuge Ende der 40er Jahre traten hier in großem Umfang schwierige Bearbeitungsprobleme wie die Herstellung kompliziert räumlich gekrümmter Flächen von Profilbauteilen oder Integralbauteilen auf, für die die zuvor genutzten konventionellen Bearbeitungs- und Steuerungstechniken kaum noch nutzbar waren.



Die Interessen und Orientierungen der Entwickler in den USA waren daher weitgehend von wissenschaftlich informationstechnischen Kriterien eines möglichst weitreichenden und perfektionierten Einsatzes von Computertechniken bestimmt, während ökonomische Bedingungen allenfalls eine sehr untergeordnete Rolle spielten. Wie Noble eindringlich belegt, fanden diese Entwicklungslinien ihre Stütze in spezifischen technisch-administrativen Positions- und Herrschaftsinteressen der an der NC-Entwicklung beteiligten Rechnerspezialisten und Ingenieure.<sup>6</sup>

Diese Entwicklungskonstellation war für die NC-Entwicklung in den USA bis weit in die 60er Jahre hinein nahezu ausschließlich bestimmend. Obgleich die Entwicklung im Verlauf der 70er und insbesondere 80er Jahre von einer zunehmenden Marktorientierung geprägt war, blieben die ursprünglichen Entwicklungslinien der NC-Technik - faktisch bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt - in hohem Maße virulent.<sup>7</sup>

In der Bundesrepublik Deutschland hingegen spielt neben elektrotechnischen Unternehmen und wissenschaftlichen Institutionen der Werkzeugmaschinenbau insgesamt eine weit bedeutsamere Rolle. Dies war schon relativ deutlich in den 60er und in der ersten Hälfte der 70er Jahre. Spätestens ab Mitte der 70er Jahre rückte der Werkzeugmaschinenbau dann zu den bestimmenden und innovativen Akteuren in der Entwicklerkonstellation der NC-Technik auf. Der Werkzeugmaschinenbau dominierte dabei nicht nur die wissenschaftlich-theoretische Weiterentwicklung der NC-Technik, sondern beeinflusste über seine starke Stellung auch die NC-Konzeptionen der elektrotechnischen Unternehmen und Rechnerhersteller.

Die NC-Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland verlief von Beginn an in hohem Maße marktorientiert. Sie war bestimmt von pragmatisch-fertigungstechnischen Entwicklungskriterien, die auf eine möglichst breite und problemlose Nutzbarkeit der NC-Technik als Rationalisierungsmittel ausgerichtet waren. Das Absatzinteresse der westdeutschen Entwickler zentrierte sich dabei besonders auf die in- und ausländische Metallindustrie mit ihren insgesamt wenig einheitlichen Bearbeitungsanforderungen. Basis der NC-Technik waren Werkzeugmaschinen-Konzepte, die nur teilweise einen verwissenschaftlichen Charakter aufwiesen und die vermutlich bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt auf einem hohen Anteil von Empirie und praktischer Erfahrung basieren. Ausgangspunkt der westdeutschen Entwicklung war das Konzept einer Universalwerkzeugmaschine - paradigmatisch hier die Spit-

zendrehbank im Unterschied zur spezialisierten Revolverdrehbank in den USA.

## **2. Sozio-ökonomische Bedingungen**

Diese je verschiedenen Entwicklerkonstellationen der NC-Technik sind zunächst in die jeweiligen nationalspezifischen Industriestrukturen eingebettet. In den USA ist die Industriestruktur in besonderer Weise von dem ökonomischen Gewicht der Luftfahrt- und Rüstungsindustrie als Teil der für die US-Industrie insgesamt zentralen "High-Tech"-Bereiche geprägt. Gestützt auf eine traditionell hohe staatliche Förderung insbesondere bei Rüstungs-, Raumfahrt- und Luftfahrtprogrammen absorbieren diese Bereiche wohl nicht nur hohe Entwicklungsressourcen (vgl. Halfmann 1984; Junne 1985), sondern üben auch einen hohen Sog auf die Orientierung der fertigungstechnischen Entwicklung an Kriterien der Perfektion und Komplexität aus. Wesentlich ist zudem, daß diese Industriebereiche weitgehend abgeschottet von Markteinflüssen, insbesondere von den Konkurrenzbedingungen des Weltmarktes sind, die eine durchgreifende und permanente Rationalisierung der Produktion erzwingen. In diese Grundstruktur war die NC-Entwicklung von Anbeginn an eingebunden.

Demgegenüber ging von den weiten Bereichen der Metallverarbeitung der USA, insbesondere des Maschinenbaus, bis in die 80er Jahre hinein offensichtlich kein vergleichsweise ähnlich hoher Innovationsdruck aus. Diese Situation resultierte zumindest in der Vergangenheit aus einem sehr stabilen und großen Inlandsmarkt mit einer für einen durchschnittlichen Metallbetrieb allenfalls begrenzten Orientierung am Weltmarkt. Die entsprechenden Produktionsstrukturen waren die der Serien- und Massenproduktion, die technisch und ökonomisch mit den verschiedenen Formen der Detroit-Automatisierung beherrschbar waren, so daß über lange Zeit hinweg kaum die Notwendigkeit einer Neuorientierung von Rationalisierungsstrategien bestand.

Dieser Situation entspricht die Dominanz taylorisierter, zumeist großbetrieblicher Produktionsprozesse mit ausgeprägt arbeitsteiligen Organisationsformen und einer mehrheitlich gering qualifizierten Belegschaft. Dies gilt für weite Bereiche der Metallverarbeitung sowie auch für die im Verlauf des Zweiten Weltkrieges auf der Basis hochstandardisierter Produkte gewachsenen Luftfahrtindustrie, weshalb die seit Beginn der 50er Jahre anstehenden



neuartigen Bearbeitungsprobleme nicht nur aus technischen, sondern auch aus betriebsstrukturellen Gründen nur schwer bewältigbar waren (Hough 1975, 351). Das auf die Ausweitung der Eigenfähigkeit technischer Anlagen und der Marginalisierung menschlicher Arbeit zielende NC-Konzept war für derartige Einsatzbedingungen überaus angemessen.

Gestützt werden die betriebsstrukturellen Bedingungen dabei in hohem Maße durch die spezifischen Arbeitsmarktstrukturen der USA. Der Arbeitsmarkt zeichnet sich durch eine nur sehr begrenzte Verfügbarkeit fachlich qualifizierter und technisch kompetenter Arbeitskräfte für den Fertigungsbe-  
reich aus. Die berufliche Bildung in den USA basiert zumeist auf betrieblicher Qualifizierung in hierarchisch streng gegliederten Mobilitätsketten, die vergleichsweise offene Arbeitsstrukturen mit geringen hierarchischen Abstufungen - eine organisatorische Voraussetzung für Werkstattprogrammierung - nicht zulassen.

Dies verweist schließlich auf Einflüsse des Wissenschaftssystems der USA, in dem es offensichtlich keine ausgeprägte praxisbezogene "Maschinenbaukultur" (so ein interviewter Experte), wie sie in Deutschland spätestens seit den 20er Jahren existiert, gibt. In den USA ist vielmehr von einer starken und deutlichen Trennung zwischen praktischer Technikanwendung und wissenschaftlich-theoretisch orientierter Technikentwicklung auszugehen. Fertigungstechnische Probleme werden sehr schnell unter dem Blickwinkel der Computerwissenschaft und Informatik perzipiert und mit den entsprechenden Instrumenten und Methoden angegangen. Grundlage dieser Situation ist die sehr große Bedeutung der Informatik im Wissenschaftssystem und ihre vermutlich enge personelle Verknüpfung mit der Computer- und Rüstungsindustrie.

Die teilweise völlig davon abweichenden sozio-ökonomischen Bedingungen der NC-Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland liegen auf der Hand: In der vergleichsweise vielfältigen deutschen Industriestruktur kommt der Investitionsgüterindustrie traditionell eine hohe ökonomische Bedeutung zu, wobei der Maschinenbau als nach Umsatz und/oder Beschäftigung größte Industriebranche eine Schlüsselrolle hat. Aufgrund dieses Umstandes ist der Maschinenbau nicht nur Produzent, sondern zugleich auch größter Anwender von Produktionsmitteln. Dies impliziert, daß Werkzeugmaschinen generell wie aber auch NC-Maschinen in besonderer Weise für die häufig nur unzulänglich im voraus kalkulierbaren Fertigungsbedingungen dieser Branche in Form einer hohen technisch-organisatorischen Flexibilität durch direkte Pro-

grammiermöglichkeiten ausgelegt sein müssen. Hinzu kommt, daß traditionell ein hoher Anteil der bundesdeutschen Werkzeugmaschinenproduktion exportiert wird, so daß die sehr vielfältigen Anforderungen des Weltmarktes gleichfalls unmittelbar auf die NC-Entwicklung durchschlagen. Dagegen spielen in der Bundesrepublik Deutschland die Luftfahrt- und Rüstungsindustrie mit ihren spezifischen, vom allgemeinen Maschinenbau abweichenden Fertigungsbedingungen erst in jüngerer Zeit eine allmählich bedeutsamere Rolle, mit der sich offensichtlich bislang jedoch kein nennenswerter Einfluß auf die fertigungstechnische Entwicklung verbindet.

Der Maschinenbau stellt dabei nicht nur ein überaus heterogenes Anwendungsfeld für Fertigungstechniken dar, sondern von ihm ging aufgrund der vorherrschenden kundenspezifischen Einzel- bis Kleinserienfertigung ein hoher Innovationsdruck auf flexible Formen der Technisierung aus. Das dominante Problem dieser Branche war seit jeher ihr "Rationalisierungsdilemma", nämlich der mit konventionellen Formen der Technisierung nur schwer bewältigbare Gegensatz zwischen den Anforderungen nach Ökonomisierung und Flexibilisierung der Produktion. Damit in Zusammenhang steht, daß insbesondere im Maschinenbau mittel- und kleinbetriebliche Strukturen mit einer nur wenig ausgeprägten betrieblichen Arbeitsteilung und einem Einsatz zumeist qualifizierter Facharbeiter vorherrschen. Existierende Büros der Arbeitsvorbereitung verfügen vielfach faktisch nur über begrenzte Planungskompetenzen für die Fertigung. Obgleich dem Leitbild der Taylorisierung verpflichtet, führte die Rationalisierung im Maschinenbau wie generell in der deutschen Industrie nicht zu einer durchgreifenden Entleerung und Marginalisierung von Produktionsarbeit.

Obwohl vergleichsweise flexibel, waren die dominanten westdeutschen NC-Konzepte mit ihrer prinzipiell zentralen Programmierung für dieses Anwendungsfeld vielfach zu starr oder zu aufwendig, wohingegen die arbeitsprozeßorientierte Nebenlinie der NC-Entwicklung ohne Frage das geeignetere Rationalisierungsmittel darstellte. Dies erwies sich insbesondere ab Mitte der 70er Jahre, als krisenbedingt das Rationalisierungsdilemma des Maschinenbaus an Schärfe gewann und die Verbreitung von NC-Maschinen geradezu sprunghaft anzusteigen begann.

In Wechselwirkung zu diesen industriestrukturellen Bedingungen stehen nicht nur die Besonderheiten des bundesdeutschen Systems beruflicher Bildung und die bislang prinzipielle Verfügbarkeit qualifizierter Facharbeiter auf dem Arbeitsmarkt, sondern darüber hinausgehend ein von hohem An-

wendungs- und Praxisbezug geprägtes System produktionstechnischer Wissenschaften. In diesem System setzt sich die institutionalisierte Verflechtung von Theorie und Praxis aus dem System der beruflichen Bildung auf höherer Ebene fort. Der relativ enge Praxisbezug manifestiert sich dabei nicht nur in den Besonderheiten des deutschen Ingenieurstudiums, sondern er basiert vor allem auf einer engen personellen Verflechtung zwischen dem Wissenschaftssystem und fertigungstechnischen Betrieben. Hier spielen beispielsweise Karrieremuster von Ingenieurwissenschaftlern, die in der Regel nur über Betriebe verlaufen, sowie eine, von den Betrieben bestimmte fachliche Kooperation zwischen Wissenschaft und Unternehmen eine entscheidende Rolle.

#### **IV. Zu einem Modell fertigungstechnischer Entwicklung**

Vor dem Hintergrund der skizzierten Befunde und Hypothesen soll abschließend gefragt werden, wie sich ein analytisch orientiertes Modell fertigungstechnischer Entwicklung fassen läßt, das den komplexen wechselseitigen Zusammenhängen von Technikentwicklung und sozioökonomischen Bedingungen und Faktoren gerecht wird. Hierzu sollen abschließend erste Überlegungen zur Diskussion gestellt werden (vgl. Hirsch-Kreinsen/Lutz 1987):

(1) Die fertigungstechnische Entwicklung ist als Suchprozeß mit hoher Redundanz und Selektivität aufzufassen. Sie ist in deutlich zunehmendem Maße durch überschießende und auf verschiedenen Entwicklungsstufen unterschiedlich ausgeprägte Anwendungspotentiale gekennzeichnet. Dabei zeigt sich auf den verschiedenen Entwicklungsstufen eine immer nur partielle, d.h. überaus selektive Nutzung der prinzipiell möglichen Anwendungsformen von Technik. Bildhaft läßt sich ein solcher Entwicklungsprozeß als ein sich verästelnder Baum mit unterschiedlichen wie auch verschiedentlich wechselnden Haupt- und Nebenästen des Wachstums vorstellen.

(2) Entscheidend für den Gang der Entwicklung sind Wirkung und Art der Selektionsprozesse mit den Dimensionen: Selektionsmechanismen, Selektionsakteure und Selektionskriterien. Diese Dimensionen des Selektionsprozesses finden sich in unterschiedlicher Kombination und Ausprägung auf den verschiedenen Entwicklungsstufen in je konkreten Entwicklerkonstellatio-

nen. Bestimmende Einflußgrößen sind hierbei Bedingungen und Faktoren, die auf der Handlungsebene angesiedelt sind; beispielsweise je unterschiedliche beteiligte Akteure und Institutionen, deren Interessen und Orientierungen, Form und Verlauf von Arbeitsprozessen in Forschungs- und Entwicklungsinstitutionen sowie generell organisationsstrukturelle Bedingungen und Faktoren. Insgesamt zeichnen sich die Entwicklerkonstellationen damit durch je spezifische - ökonomische, wissenschaftliche etc. - "Orientierungskomplexe" (Weingart) aus, die wiederum auf je verschiedene gesellschaftliche Handlungsfehler verweisen. Freilich sind hier für die fertigungstechnische Entwicklung, ganz im Gegensatz etwa zu "Großtechniken" wie der Energietechnik (z.B. Keck 1984), noch viele Fragen ungeklärt.

(3) Im Fall der Fertigungstechnik dürfte, vermittelt über Entwicklungs- und Absatzinteressen der Hersteller, ein betrieblicher Anwendungsbezug besonders dominant sein. Maßgebliche Bestimmungsgrößen sind dabei die Problemlagen potentieller betrieblicher Anwender technischer Systeme, die bessere Lösungen für existierende und sich als suboptimal erweisende Prozesse oder praktikable Lösungen für neu auftretende Probleme benötigen. Selbst primär technische Probleme sind dabei immer verschränkt mit nicht-technischen Faktoren. Eine beträchtliche Zahl betrieblicher Probleme, die vom betrieblichen Management in der Regel als technische definiert werden und die durch den Einsatz technischer Mittel bewältigt werden sollen, ist dabei sogar prinzipiell sozio-ökonomischer Natur. Neben betriebswirtschaftlichen und absatzmarktpolitischen Problemen sind hier insbesondere solche Probleme in Rechnung zu stellen, die organisationsstruktureller und personalwirtschaftlicher Natur sein können. Zu nennen sind hier beispielsweise eine drohende Ineffizienz eingespielter bürokratisierter Strukturen oder aber Defizite der Qualifikation und Leistungsbereitschaft von verfügbaren Arbeitskräften. Solche und ähnliche soziale Problemlagen der Betriebe können betrieblich auftreten, sie haben häufig genug jedoch einen betriebsübergreifenden, branchentypischen oder gar industrietypischen Charakter.

(4) Dies verweist auf den Einfluß gesamtgesellschaftlicher sozialstruktureller und ökonomischer Sachverhalte und auf die damit zusammenhängenden dominanten anwendungspraktischen Zielsetzungen fertigungstechnischer Entwicklung. Sozialstrukturelle Sachverhalte wie Strukturen von gesellschaftlicher Schichtung und Ungleichheit, der Aufbau des Bildungssystems,

die Funktionsweise des Arbeitsmarktes und die damit zusammenhängende Versorgungsgrundlage mit Arbeitskräften oder die Formen von sozialer Sicherheit und staatlicher Sozialpolitik spiegeln sich in der Regel in personalwirtschaftlichen Problemlagen der Betriebe wider. Ökonomische Einflußfaktoren umfassen demgegenüber hauptsächlich den Absatzmarkt, von dem unter marktwirtschaftlichen Bedingungen, den dort herrschenden Nachfragebedingungen und Konkurrenzverhältnissen, die Hauptanstöße zu betrieblichen Politiken, Maßnahmen und sonstigen Aktivitäten ausgehen. Insbesondere in ihrem Gefolge verändern sich die Anwendungsbedingungen fertigungstechnischer Systeme nachhaltig.

(5) Auszugehen ist nun davon, daß aufgrund des Anwendungsbezugs fertigungstechnischer Entwicklung auf lange Sicht und prinzipiell mit großer Zuverlässigkeit mehr oder weniger adäquate technische Lösungen für die Probleme angeboten werden, die sich in einer nennenswerten Zahl von Betrieben mit größerer Dringlichkeit stellen. Ein solcher prinzipieller Zusammenhang weist freilich historisch vielfältige Einschränkungen und Brüche auf.

Zum einen spielt hier der Faktor Zeit eine vermutlich wesentliche Rolle insofern, als die Bereitstellung von technologisch neuartigen Lösungsressourcen für auftretende Probleme nicht selten einen längeren Entwicklungsverlauf erfordert, so daß die benötigten technischen Mittel häufig mit einer erheblichen Verzögerung - überhaupt oder zu akzeptablen Kosten - für die Betriebe verfügbar sind.

Zum anderen können Brüche im obigen Zusammenhang vor allem aber auch von einer Eigendynamik in der jeweiligen Entwicklerkonstellation ausgehen. Denkbar ist die Situation, daß sich die fertigungstechnische Entwicklung für eine gewisse Zeit weit stärker an den internen Strukturen, Handlungsbedingungen oder Interessenkonstellationen der jeweils eingespielten und dominanten Entwicklerkonstellation orientiert als an den vorherrschenden Anwendungsproblemen in der industriellen Produktion. Hervorgerufen werden können derartige Situationen beispielsweise durch den Einfluß relativ fertigungsferner Institutionen an der produktionstechnischen Entwicklung wie etwa staatliche Instanzen oder wissenschaftliche Forschungseinrichtungen oder aber auch durch die Innovationsstrategien bedeutsamer Hersteller, die sich z.B. nur an den Erfordernissen einiger weniger marktstarker Anwender orientieren.

Folge einer solchen Eigendynamik der Entwicklerkonstellationen kann sein, daß die in einer bestimmten historischen Phase gegebene Kompatibilität zwischen einem vorherrschenden sozio-ökonomisch bestimmten Anwendungsbezug und einer jeweils eingespielten Entwicklerkonstellation in späteren Phasen der Entwicklung gleichsam auseinanderdriftet. Denkbar ist dies etwa in Phasen eines sich beschleunigenden sozio-ökonomischen Wandels, der von der eingespielten und jeweils gegebenen Entwicklerkonstellation und den von ihr verfolgten fertigungstechnischen Entwicklungslinien nicht oder nur mit überaus großer Verzögerung nachvollzogen wird.

In diesem Sinne könnte die bis in die 80er Jahre hinein offensichtlich relativ inflexible, auf hohe technische Komplexität fixierte NC-Entwicklung in den USA als nur schwer korrigierbare "Sackgassenentwicklung" begriffen werden, da sie den sich beschleunigt verändernden Anwendungsbedingungen nicht nur des Weltmarktes insgesamt, sondern insbesondere auch denen in den USA immer weniger entsprach. Demgegenüber erwies sich die bundesdeutsche NC-Entwicklung aufgrund ihrer anders gelagerten sozio-ökonomischen Bedingungsfaktoren als überaus flexibel und anpassungsfähig.

## Anmerkungen

- 1 Der Begriff NC - Numerical Control - wird hier als Oberbegriff für die Nutzung sämtlicher Formen elektronisch gestützter, d.h. digital-numerischer aber auch analoger Informationstechniken zur Steuerung von Werkzeugmaschinen anstelle von oder früher auch in Kombination mit konventionell-manuellen, mechanischen, elektrohydraulischen u.ä. Steuerungsmethoden, verwendet (vgl. Weck 1982). In diesem Sinn wird unter NC sowohl die frühere vor allem auf der Röhren- und Transistortechnik basierende sog. fest verdrahtete "konventionelle" NC-Technik als auch die moderne auf der Mikroelektronik basierende CNC-Technik (Computerized NC) verstanden.
- 2 Voraussetzung für die Bearbeitung eines Werkstücks auf einer NC-Maschine ist die alpha-numerische Beschreibung des Bearbeitungsablaufs in einem Programm, das die NC-Steuerung in Maschinenbewegungen umsetzt. Werkstattprogrammierung meint nun die Eingabe bzw. Erfassung von Programmdaten direkt an NC-Maschinen in der Werkstatt. Sie reicht mithin von der bloßen Modifikation und Korrektur von im Prinzip außerhalb der Werkstatt erstellter Programme bis hin zur Erstellung vollständiger Programme an und mit Hilfe von NC-Steuerungen.



- 3 Es handelt sich dabei um das Teilprojekt B 2 des SFB 333 an der Universität München ("Entwicklungsperspektiven von Arbeit"), in dessen Rahmen die Frage nach den nationalspezifischen Varianten fertigungstechnischer Entwicklung in Kooperation mit dem Verbund "Sozialwissenschaftliche Technikforschung" bearbeitet wird.
- 4 Mit Bahnsteuerungen können die verschiedenen beweglichen Achsen einer Werkzeugmaschine in beliebig funktional bestimmbar Kurven gesteuert werden. Bei den einfacheren Streckensteuerungen können die Werkzeugmaschinenachsen nur linear verfahren werden und bei Punktsteuerungen sind nur einfache Positioniervorgänge möglich (Weck 1982, 125).
- 5 Die für die NC-Entwicklung spätestens seit Mitte der 70er Jahre weltweit bedeutsame Rolle der japanischen Steuerungskonzeptionen sei hier ausgeklammert. Ohne Frage gingen von ihnen starke Anstöße in Richtung werkstattprogrammierbarer Steuerungslösungen aus, die in Einzelfällen in Kooperation mit westdeutschen Maschinenherstellern realisiert wurden. Freilich spielten japanische NC-Steuerungen offensichtlich bislang in Europa, ganz im Gegensatz zum Weltmarkt insgesamt, nur eine vergleichsweise untergeordnete Rolle. Sowohl der westdeutsche als auch der europäische NC-Markt werden mit Marktanteilen von teilweise mehr als 60% von den bundesdeutschen NC-Herstellern dominiert (Mulkens 1987).
- 6 Noble überzieht allerdings die Bedeutung von Herrschafts- und Kontrollinteressen bei der Entwicklung der NC-Technik. So ist mit seinem Ansatz die im Hinblick auf die Zentralisierung der Programmierung - trotz gleichfalls virulenter technokratischer Orientierungen und Kontrollinteressen von Technikern und Ingenieuren (Hirsch-Kreinsen/Wolf 1987) - letztlich anders verlaufende NC-Entwicklung in der Bundesrepublik nur schwer erklärbar. Selbst unter der Voraussetzung, daß das Moment von Herrschaft und Kontrolle in den industriellen Beziehungen der USA eine weit größere Bedeutung hat als in der Bundesrepublik Deutschland, übersieht er, daß die Zentralisierung der Programmierung Teil eines technisch, sozial und ökonomisch bestimmten Gesamtkonzepts der NC-Entwicklung in den USA war. Insofern kann die der früheren amerikanischen NC-Entwicklung immanente Tendenz einer Zunahme von Kontrolle des Arbeitsprozesses als gleichsam nichtintentionales, aus einer Gesamtlogik der Entwicklung resultierendes Moment begriffen werden, das ohne Frage eine hohe Affinität zu den vorherrschenden Orientierungen und Interessen von Technikern, Ingenieuren und Informatikern hatte.
- 7 Freilich wird auch noch die neuere fertigungstechnische Entwicklung im Zusammenhang mit der Entwicklung computerintegrierter Fertigungssysteme überaus massiv von der US-Air-Force beeinflusst und gefördert (VDI-Nachrichten Nr. 22/1986, S.20).

## Literatur

- Bergmann, J.; Hirsch-Kreinsen, H.; Springer, R.; Wolf, H.: Rationalisierung, Technisierung und Kontrolle des Arbeitsprozesses. Die Einführung der CNC-Technologie in Betrieben des Maschinenbaus, Frankfurt/New York 1986.
- Halfmann, J.: Die Entstehung der Mikroelektronik, Frankfurt/New York 1984.
- Hirsch-Kreinsen, H; Lutz, B.: Soziale Einflußgrößen fertigungstechnischer Entwicklung. In: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung 9/1987, S. 538 - 543.
- Hough, G.W.: Technologische Diffusion. Federal Programms & Procedures, Mt. Airy/Maryland 1975.
- Junne, G.: Das amerikanische Rüstungsprogramm als Industriepolitik. In: Leviathan 1/1985, S. 23 - 27.
- Keck, O.: Der schnelle Brüter. Eine Fallstudie über Entscheidungsprozesse in der Großtechnik, Frankfurt/New York 1984.
- Mulkens, H.: Marktmacht. Die Konzentration auf dem Markt für CNC-Steuerungen. In: Moderne Fertigung, September 1987, S. 102 - 111.
- Noble, D.F.: Forces of Production, New York 1984.
- Noble, D.F.: Die Entwicklung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen. In: Maschinenstürmer, Berlin 1986, S. 99 - 136.
- VDI-Nachrichten 22/1986.
- Weck, M.: Werkzeugmaschinen, Band 3, Automatisierung und Steuerungstechnik, Düsseldorf 1982.



## Diskussion

Drei Themenkomplexe beherrschten die rund 40 Diskussionsbeiträge: (1) die Übertragbarkeit "nationalspezifischer" Techniklinien; (2) der Zusammenhang von (fertigungs-)technischer Entwicklung, Arbeitsorganisation und Sozialbeziehungen; (3) Erklärungsmodelle (fertigungs-)technischer Entwicklung und ihre methodologische Problematik.

### Zur Übertragbarkeit "nationalspezifischer" Techniklinien

Nach der Exportproblematik einer von nationalspezifischen Entstehungsbedingungen geprägten Technik stand die Übertragbarkeit sowohl der referierten Ergebnisse zur NC-Entwicklung als auch des Konzepts "nationalspezifischer" Entwicklungslinien auf andere Branchen und Techniken zur Debatte.

Anknüpfend an den im Referat skizzierten wachsenden Exporterfolg bundesdeutscher Werkzeugmaschinen stellt sich - in diesem konkreten Fall, aber auch generell - die Frage: Wenn die Technikentwicklung an nationalspezifische Ausgangsbedingungen gebunden und von dem jeweiligen Kontext, auf den hin sie angelegt wurde, geprägt ist, wie läßt sich dann ihre Übertragbarkeit - Exportierbarkeit - in andere Kontexte bzw. ihre je nach dem großen oder geringen Exporterfolge erklären? (Petermann) Der Zusammenhang zwischen sozio-ökonomischen Entstehungsbedingungen und nationalspezifischen Anwendungsbedingungen ist kein unmittelbar homogener, es gibt stets unterschiedliche Anwendungssegmente. (Hirsch-Kreinsen) Eine Erklärung für den bundesdeutschen Exporterfolg im Werkzeugmaschinenbau bietet die These, daß sich unter dem Druck veränderter Weltmarktbedingungen auch in anderen Ländern zunehmend solche Produktionsstrukturen herausbilden, denen bundesdeutsche fertigungstechnische Konzeptionen besonders gut entsprechen. (Hirsch-Kreinsen, Hoß) Mit dem technischen System werden dabei zugleich bestimmte Sozialbeziehungen, Organisationskulturen und Arbeitsstrukturen transferiert, auf die sich die importierenden Länder einstellen (Dierkes, Hoß, Mai). Demgegenüber wurde argumentiert, daß die Werkzeugmaschinenindustrie der BRD gerade hochgradig flexible, organisationsindifferent konzipierte technische Lösungen anbietet, um die Verwendungsbreite ihrer Produkte in unterschiedlichen Kontexten zu erhöhen; die

ursprünglichen, meist US-amerikanischen NC-Steuerungen waren dagegen eher organisationsdeterminierend. Ein Teil des Exporterfolgs des bundesdeutschen Werkzeugmaschinenbaus beruht auf den flexiblen Einsatzmöglichkeiten seiner NC-Steuerungen. (Hirsch-Kreinsen, Lutz)

Die spezifischen Ausgangsbedingungen für die bundesdeutsche NC-Entwicklung sind im traditionellen Rationalisierungsdilemma des deutschen Maschinenbaus angelegt, das sich bereits in der Weimarer Republik findet und seit dieser Zeit die Rationalisierungsstrategie bestimmt: auf der einen Seite ein kleiner Markt, der Massenproduktion verhindert, und auf der anderen Seite der Versuch, die eigene Produktion zu ökonomisieren. Insofern ist der bundesdeutsche Entwicklungspfad der NC-Technik bereits lange historisch angelegt. In den USA scheint in der Metallindustrie zumindest das Ende der fordistischen Massenproduktion erreicht. Eine wichtige Frage ist, ob dort auch in anderen Bereichen sowohl die Möglichkeit als auch die Notwendigkeit zur Flexibilisierung der Produktion erkennbar sind (Siegel). Studien über die Automobilindustrie deuten darauf hin, daß die im Referat genannten sozioökonomischen Bedingungen auch für diese Branche zu nationalspezifischen Wegen der Technikentwicklung und -anwendung in den USA und der BRD geführt haben. (Malsch)

Wie verallgemeinerbar ist das Konzept "nationalspezifischer" Entwicklungslinien von Technik? Wenn man die Metapher des Baums aufgreift: Gibt es auch absterbende Äste? Wächst nichts mehr zusammen? Ist dieses Konzept auch anwendbar auf technische Entwicklungen, bei denen ein staatlicher Komplex politisch-nationale Ziele als "mission" vorgibt, auf die die Forschung ausgerichtet wird? In diesem Zusammenhang stellt sich noch einmal die Frage nach der Übertragbarkeit von solchen technischen Systemen in andere Länder. (Zapf) Die These von der (Wieder-)Annäherung technischer Systeme sollte genauer verfolgt werden. Die für die NC-Entwicklung im Referat dargestellten Bedingungsfaktoren lassen sich auf großtechnische Systeme, bei denen der Staat eine ganz andere Rolle spielt, kaum übertragen; eher möglich erscheint das im Hinblick auf fertigungstechnische Systeme mit anderen Funktionsbereichen im Produktionsprozeß. (Hirsch-Kreinsen) Die Nationalspezifität technischer Entwicklungen ist selbst keine theoretische Größe, sondern hat eine heuristische Funktion: In einem ersten Zugang lassen sich in der Gegenüberstellung nationaler Ökonomien und Kulturen wie der Bundesrepublik und der USA zunächst eine größere Zahl von den einzelnen noch nicht benannten Faktoren bündeln, die bei der Analyse dann als

spezifische Konstellationen bestimmter institutioneller ökonomischer oder kultureller Bedingungen herausgearbeitet werden müssen. Ein grundlegender Unterschied zwischen fertigungstechnischen Komponenten und großtechnischen Systemen besteht darin, daß fertigungstechnische Komponenten auf (inter-)nationaler Ebene in unterschiedlichen Segmenten miteinander kombinierbar sind, sozialer Wandel in der Fertigungstechnik also auch durch ein Shifting zwischen Segmenten erfolgen kann, während große technische Systeme viel stärker in der Politik eingebunden sind. (Lutz)

### **(Fertigungs-)technische Entwicklung, Arbeitsorganisation und Sozialbeziehungen**

Im einzelnen wurden zu drei Aspekten dieses Themenkomplexes Einschätzungen ausgetauscht und Kontroversen ausgetragen:

- Welche Voraussetzungen und Grenzen bestimmen die Praktikabilität von Werkstattprogrammierung?
- Wie hoch ist die gegebene und/oder angestrebte arbeitsorganisatorische Offenheit der NC-Technik?
- Welche Bedeutung hatten und haben die betrieblichen Sozialbeziehungen bei der NC-Entwicklung und welche theoretische Perspektive darauf ist angemessen?

Die unterschiedlichen stofflichen Voraussetzungen und Anforderungen, die mit einzelnen Bearbeitungsverfahren verbunden sind, spielen eine entscheidende Rolle dabei, welches technische System mit welcher Arbeitsorganisation zur Geltung kommen kann. So sind beispielsweise amerikanische und französische CAD-Systeme mit zentraler Programmierung gerade wegen ihrer hohen Komplexität in der Bundesrepublik nicht nur in der Automobil- und Luftfahrtindustrie sondern auch im Werkzeugmaschinenbau verbreitet. Allein solche Systeme entsprechen den Bearbeitungsanforderungen; Werkstattprogrammierung hingegen ist eher für einfache Bearbeitungen geeignet. (Hoß) Die angesprochenen CAD-Systeme kommen nur in eng begrenzten Sektoren zum Einsatz. Wenn man die Diskussion in der Literatur und in den Betrieben verfolgt, kann man auch den Eindruck haben, daß der Wunsch nach einem guten bundesdeutschen oder europäischen CAD-System im Maschinenbau groß ist. (Hirsch-Kreinsen) Rückblickend stellt sich die Frage, ob die These

Nobles zutrifft, daß das Record-play-back-Verfahren - eine frühe Variante der Werkstattprogrammierung - in der Frühphase der amerikanischen NC-Entwicklung technologisch aussichtsreicher gewesen ist als die damals tatsächlich implementierten Systeme. Gibt es dazu einen neueren Stand der Diskussion? (Fleischmann) Ein Argument lautet, daß die Grenze der Anwendbarkeit des Record-play-back-Verfahrens an der Grenze der Fähigkeiten des Maschinenbedieners liegt. Zu der damaligen Zeit gab es insbesondere unter den gegebenen Anwendungsbedingungen der Luftfahrtindustrie, wo es um geometrisch sehr komplizierte Berechnungen und Bearbeitungsvorgänge ging, für das Record-play-back-Verfahren sicherlich begrenzte Einsatzmöglichkeiten. Insgesamt streiten sich die Experten bis heute über die Praktikabilität der Werkstattprogrammierung, die mittlerweile andere technische Formen als das Record-play-back-Verfahren angenommen hat. Es gibt den Standpunkt, daß Werkstattprogrammierung nur in ganz begrenzten Fällen technisch angemessen und ökonomisch sinnvoll ist; andere sagen, daß in der Metallindustrie die Herstellung von mindestens 90% aller Werkstücke technisch und ökonomisch effizient werkstattprogrammierbar ist. (Hirsch-Kreinsen)

Wenn, wie im Referat herausgearbeitet, die jeweiligen sozioökonomischen Entwicklungsbedingungen in all ihren Dimensionen auch für die heutige NC-Technik bestimmend sind, wie läßt sich diese These vereinbaren mit der ebenfalls getroffenen Aussage ihrer weitgehenden arbeitsorganisatorischen Offenheit? Ist es nicht eher so, daß in der Bundesrepublik die Technik eine Prädisposition für bestimmte arbeitsorganisatorische Regelungen setzt, nämlich in Form der Werkstattprogrammierung für den qualifizierten Arbeitseinsatz auf der unteren Ebene - für den Facharbeitereinsatz, der eben doch eine für die BRD typische Einsatzform ist? (Schumann) Die bundesdeutsche NC-Linie ist entlang historisch gewachsener technisch-organisatorischer Entwicklungsbedingungen gewachsen. Der Entwicklungsschub in den letzten 10 Jahren richtete sich angesichts des Rationalisierungsdrucks zunächst auf die Ökonomisierung, aber auch Stabilisierung der gegebenen technisch-organisatorischen Strukturen. Die konkrete betriebs- und arbeitsorganisatorische Nutzung der NC-Systeme ist jedoch in der Tat offen. Die Entwicklung in der Fertigungstechnik geht insgesamt in Richtung Flexibilisierung. Diese Flexibilisierung ist auf Ingenieur-, Techniker- oder Facharbeiterniveau gleichermaßen möglich. (Hirsch-Kreinsen) Die These, daß die NC-Technik mit einer bestimmten Form der Organisation verbunden ist, ist leichter falsifizierbar

als die These der arbeitsorganisatorischen Offenheit. Gibt es dazu empirische Daten? (Fleischmann) In der Bundesrepublik werden maximal 20% der eingesetzten NC-Maschinen in Form der Werkstattprogrammierung betrieben, alle anderen mit zentraler Programmierung. (Hirsch-Kreinsen) Es gibt keine technischen Systeme, die den Betrieben zwingend einen Abbau von Arbeitsteilung auferlegen. Die Betriebe wollen sich auch nicht durch die eingekaufte Technik auf bestimmte Produktions- und Absatzstrategien und Organisationsformen festlegen lassen. Indem sie sich Optionen offen halten, wollen sie in der Lage sein, sich u.a. auf unterschiedliche Qualifikationsstrukturen beziehen zu können. Auch in der Bundesrepublik gibt es im Werkzeugmaschinenbau Betriebe, die bundesdeutsche Steuerungstechniken im Rahmen einer zentralistischen Organisation einsetzen. (Lutz)

Die Sozialbeziehungen sind als Bestimmungsgröße der NC-Entwicklung im Referat zu kurz gekommen. Noble vertritt die These, daß die zentrale Programmierung von den Kontrollinteressen des amerikanischen Managements herrührt. Mit der zentralen Programmierung lassen sich die Tätigkeiten in der Werkstatt vorstrukturieren und der Shop floor damit unter Kontrolle bringen. Für die Bundesrepublik weisen verschiedene Studien eher kooperative Sozialbeziehungen - "High trust relations" - nach, die ganz andere Möglichkeiten der Delegation von Dispositionsspielräumen nach unten ermöglichen. (Hoß) Zum einen waren und sind auch in der Bundesrepublik Kontrollinteressen bei Ingenieuren und Technikern vorhanden. Zum anderen lassen sich nationalspezifische Unterschiede in der Technikentwicklung mit dem Ansatz von Noble, der die Bedeutung von Kontroll- und Herrschaftsinteressen überzieht, nicht hinreichend erklären. Man müßte eher in Richtung eines technisch-ökonomisch und sozial bestimmten Gesamtkonzepts der Technikentwicklung denken. (Hirsch-Kreinsen) Welchen Stellenwert bzw. welche Chancen hat die gewerkschaftliche Interessenvertretung, auf den Einsatz unterschiedlicher Varianten der NC-Technik einzuwirken? Die IG-Metall warnt hier stets Unternehmen vor der Einführung amerikanischer Systeme, weil sie die Werkstattprogrammierung retten möchte, die der Machtposition der Facharbeiter dient, während amerikanische Systeme eher den Interessen der Software-Leute und der Ingenieure dienen. (Mai) Es gibt in dieser Form keine "deutsche" versus "amerikanische" Variante der technisch-organisatorischen Auslegung von Produktionsprozessen. Bei der arbeitsprozeßorientierten Entwicklungslinie der NC-Technik bestehen zwischen den verschiedenen Steuerungstypen auf der Ebene der Benutzeroberfläche selbst

große Differenzen. Um diese Ebene - mehr oder weniger Werkstattprogrammierbarkeit - geht es bei den Diskussionen und Auseinandersetzungen um betriebspraktische Anwendung. (Hirsch-Kreinsen) Die von Noble verfolgte enteignungstheoretische Sicht - daß der Werkstatt Wissen enteignet werden soll - trifft zumindest für die Bundesrepublik nicht zu. Im Unterschied dazu sollte man eher von Aneignungsprozessen sprechen und in einer Aneignungslogik denken. Insbesondere bei den NC-Programmierkenntnissen, die es in der Automobilindustrie und im Werkzeugmaschinenbau zunächst ja gar nicht gegeben hat, findet ein bis heute nicht abgeschlossener Prozeß der Auseinandersetzung darüber statt, bei wem diese Kompetenzen angelagert sind. Unterschiedliche Gruppen reklamieren sie für sich: beispielsweise Arbeitsvorbereitungs-Abteilungen mit aufgestiegenen Facharbeitern ebenso wie einzelne Werkstattbereiche, und da nicht nur die Arbeiter, sondern auch die Abteilungsleiter. (Springer) Es spricht einiges dafür, daß Enteignung und Aneignung zwei Momente sind, die beide existieren. Unterschiedliche, in nationale industrielle Entwicklungen eingebundene Techniken sind wahrscheinlich durch die jeweilige Konstellation und Mischung von Enteignung und Aneignung in bestimmten historischen Situationen zu begreifen, also nicht entweder enteignungstheoretisch oder aneignungstheoretisch. (Lutz)

## **Erklärungsmodelle (fertigungs-)technischer Entwicklungen**

Hier wurden unterschiedliche Erklärungsmuster und Phasenmodelle für die Technikgenese vorgeschlagen, kontroverse Thesen zur Bedeutung bestimmter sozio-ökonomischer Faktoren in einzelnen Phasen der Technikentwicklung vertreten und methodologische Probleme bei der Erklärung von Technikgenese angesprochen.

Welche der im Referat aufgezählten sozio-ökonomischen Bedingungsfaktoren sind in welchen Phasen der Technikentwicklung mehr oder weniger entscheidend? Eine These dazu wäre: Kulturelle Faktoren - wie Wissenschafts- und Forscherkulturen - sind umso wichtiger, je mehr man bei der Technikgenese ist, wo es um neue technische Impulse geht; Ökonomie und Industriekultur hingegen werden erst später, bei der Selektion von technischen Lösungen, bedeutsam. Wichtige Unterschiede in der Genese der verschiedenen NC-Entwicklungslinien rühren daher, daß in den USA die Entwickler Mathematiker und Ingenieure waren, die an komplexen und abstrak-



ten mathematischen Modellen interessiert waren, in der Bundesrepublik hingegen mit der Maschinenbaukultur eine ganz andere Ingenieurstradition herrschte. (Rammert) Die Gegenthese dazu lautet, daß auch bei der Technikgenese Anwendungsbezüge eine ganz entscheidende Rolle spielen. Die NC-Technik ist in den USA aus einer konkreten Bearbeitungsproblematik entstanden, auf ihre Entwicklung haben in den USA die Air Force und die Luft- und Raumfahrtindustrie massiv eingewirkt. (Hirsch-Kreinsen) Forscherkulturen spielen eine Rolle bei der Bereitstellung von Lösungsprinzipien. Bei der Genese konkreter Techniken sind immer auch schon Ressourcenfragen involviert und eine Anwendungsproblematik vorhanden, die Lösungen erfordert. Man darf den Forschungsprozeß nicht auf die gelungene Anwendung hin finalisieren und dabei die Ideen vergessen, die auch gedacht wurden, aber nie zu Technik geronnen sind, weil sie auf keine anwendungsbezogenen Probleme getroffen sind. (Lutz) Am Beispiel des Telefons lassen sich durchaus eigene Zwecke der Forscher zeigen, aus denen eine konkrete Technik entstanden ist: Das Telefon wurde von Naturforschern entwickelt, die das Ohr künstlich - maschinell - nachbilden wollten. (Rammert)

Ein dreistufiges Modell für die Genese der NC-Technik - aber auch darüber hinaus - könnte sein: Es gibt ein Leitbild - eine Grundvorstellung, Vision oder "mission" - für die Entwicklungsrichtung der Technik, über das weltweit unter den beteiligten Personen Konsens herrscht. Bei der NC-Entwicklung könnte es "Flexibilität" gewesen sein, an der sich die Entwicklungsinteressen der Maschinenbauingenieure orientierten. Dieses Leitbild wird dann in spezifische Technologien umgesetzt auf dem Hintergrund von national oder auch kleinräumiger geprägten Industriekulturen und Ingenieurtradition. Dabei bewirken firmen- und hochschulspezifische Konstruktionsstile bestimmte Modifikationen. (Dierkes) Ein allgemein gültiges Leitbild fertigungstechnischer Entwicklung läßt sich nicht auffinden, es sei denn auf einer Ebene, bei der es sehr schwer fallen dürfte, einen Zusammenhang zu nationalspezifischen Ausprägungen herzustellen. Bereits unter den Ingenieuren gibt es große Differenzen über ein mögliches "Leitbild". Im Fall der NC-Technik waren die die Entwicklung prägenden Leitbilder angesichts unterschiedlicher Voraussetzungen und Anwendungsbedingungen in den USA sicherlich andere als in der Bundesrepublik. (Hirsch-Kreinsen)

Bei der Erklärung von Technikgenese sind - je nach dem Ausgangspunkt der Argumentation - unterschiedliche methodologische Probleme angelegt: Wenn man Technikgenese aus der Perspektive der Akteure untersucht - In-



teressen und Interessenkonflikte von bestimmten Akteurgruppen oder die Umsetzung von Leitbildern in konkrete Techniken - , gerät man in den Zugzwang, handlungstheoretisch zu argumentieren und fängt im Extrem mit der Fiktion eines "Urknalls" an. Wenn man demgegenüber in den Vordergrund stellt, daß es bei der Genese neuer Techniken immer schon vorgängige Basistechnologien oder technische Systeme und bestehende Institutionen gibt, die Entscheidungen über Ressourcen treffen, wirkt ein Zugzwang in Richtung einer strukturtheoretischen und eher deterministischen Argumentation. (Malsch) Vorprägungen durch die gegebene Technik müssen nicht determinierend sein. Die bestehende Technik präformiert eine sich neu entwickelnde Technik umso stärker, je mehr diese sich im Rahmen des herrschenden technologischen Paradigmas bewegt. Dann entstehen bestenfalls technische Modifikationen oder Verbesserungen. Ganz neue Verfahren werden in der Regel von Außenseitern entwickelt, die sich zwar auf die vorhandene Technik beziehen, diese aber ganz anders kombinieren. (Dierkes) Impulse für technische Neuerungen kommen heute nicht mehr von Außenseitern, sondern entstehen im Rahmen von industrialisierten und kommerzialisierten Innovationsprozessen. Die Gegenüberstellung von handlungs- und strukturtheoretischen, voluntaristischen und deterministischen Ansätzen bezeichnet das zentrale theoretische Problem bei der Technikgenese und ist notwendig, um die beiden Momente zu demonstrieren, die gleichermaßen zu berücksichtigen sind, und zwischen denen man keine Wahlmöglichkeiten hat. Mit Kategorien wie "Suchprozeß", "Redundanz" und "Selektion" lassen sich die Steuerungsmechanismen technischer Entwicklungsprozesse beschreiben: zunächst durchaus handlungstheoretisch auf der Ebene der beteiligten Akteure. Diese sind jedoch ihrerseits im Rahmen bestehender Strukturen als Akteure in Gang oder unter Entscheidungszwang gesetzt und mit bestimmten Handlungsmöglichkeiten und -ressourcen ausgestattet worden. (Lutz)

Diskussionsprotokoll: Ute Hoffmann



## **Organisationskultur und Leitbilder als Einflußfaktoren der Technikgenese**

### **- Thesen zur Strukturierung eines Forschungsfeldes -**

#### **I.**

Sozialwissenschaftliche Technikforschung - und hier vor allem die Untersuchung organisatorischer und institutioneller Einflußfaktoren auf die Technikgenese - wird vielfach als eine der zentralen Forschungsaufgaben für die Sozialwissenschaften der nächsten Jahre angesehen. Als ein Beispiel für viele sei hier auf den Bericht des Committee on Basic Research in the Behavioral and Social Sciences, National Research Council (NRC 1988) verwiesen, der im Hinblick auf Technikgenese hervorhebt:

"In earlier periods, historians and other social scientists tended to regard technology primarily as shaping, rather than as shaped by, social organizations and institutions. Research has led to important findings about the reverse side of the technology-society coin: the institutional shaping of institutions constitutes a crucial link in understanding this relationship. First, the invention of technology takes place mainly in institutions for science and research. Second, the application of technology is influenced by institutional factors, such as the military aspect of the public sector, the organization of commercial firms, and the family and church in the private sphere. Third, the regulation of technology has become an important issue for political institutions". (S. 145).

In gleicher Weise argumentierte bereits 1984 das Memorandum zur Sozialwissenschaftlichen Technikforschung der Bundesrepublik Deutschland (Memorandum 1984, S. 10):

"Erst eine systematische Erweiterung der Wirkungsforschung um den bisher weit weniger gut untersuchten Prozeß der Erzeugung und Durchsetzung technischer Innovationen, d.h. um die Entwicklungs- und Anwendungsdimension der Technik, wird die sozialwissenschaftliche Technikforschung in den Stand setzen, den Anforderungen aus der gesellschaftlichen Praxis verantwortungsvoll zu genügen. Erst in einer solchen Perspektive erschließen sich auch praktische Handlungsdimensionen, die sich nicht mehr allein an der -

oft zu späten - Schadensminimierung negativer Technikfolgen orientiert, sondern durch eine frühzeitige Verschränkung technologischer Entwicklungen mit gesellschaftlichen Zielsetzungen und Erfordernissen das Ausmaß solcher negativer Technikfolgen von vornherein zu reduzieren versucht."

## II.

Sozialwissenschaftliche Forschung zur Technikgenese - wie sie in ihrem Begründungszusammenhang und ihrer Einbindung in die bisherige Forschung bereits in einer früheren Darstellung umschrieben wurde (Dierkes 1987) - setzt sich zur Aufgabe, den gesamten Prozeß der Entwicklung neuer Technologien oder auch grundlegender Modifikationen vorhandener Techniken bis zu den ersten Stufen ihrer Markteinführung zu untersuchen. Sie schließt damit u.a. einerseits an traditionelle Aufgaben der Wissenschaftsforschung - soweit relevant für die Fragen der Technikentwicklung (de S. Price 1984, S. 15) -, andererseits an Fragestellungen der Diffusionsforschung an. Als Brückenschlag von Untersuchungen zu Nutzungsentscheidungen und zur Folgenforschung nimmt sie auch die Frage nach der unterschiedlichen Berücksichtigung von nicht primären, indirekten, positiven wie negativen Externalitäten der Technik in verschiedenen Stufen des Entscheidungsprozesses und der dabei wirksamen Einflußfaktoren mit auf. Konzentriert sie sich auf die Analyse organisationsstruktureller Wirkungsparameter für die Technikgenese, so stehen hier vor allem auch Untersuchungen zu Entscheidungsprozessen über die Initiierung, Verfolgung, Weiterverfolgung und vor allem auch die Eliminierung einzelner technischer Entwicklungsvorhaben und die sie beeinflussenden Faktoren im Vordergrund der Forschungsinteressen.

## III.

Forschung zur Technikgenese weist damit teilweise gemeinsame Schnittmengen im Untersuchungsbereich mit der technikhistorischen Forschung auf, die sich traditionell mit dem Prozeß der Erfindung und insbesondere der Rolle der Erfinderpersönlichkeit beschäftigt hat (Klemm 1983). Erweitert wird dieser traditionelle Ansatz aber entsprechend einer sozialwissenschaftlichen Forschungsperspektive um den Versuch, Technikentwicklungsprozesse als bedingt durch spezifische organisatorische Einflußfaktoren analysieren zu können - ein Ansatz, der nicht nur für die neueren Entwicklungen, sondern auch für die Erklärung von Technikentwicklungen früherer Jahrzehnte rele-

vant sein könnte und jedenfalls fruchtbarere Theorieperspektiven eröffnet als die bisherige vielfach auf die herausragende einzelne Erfinderpersönlichkeit konzentrierte Forschung. Forschung zur Technikgenese stellt damit keineswegs eine absolut neue Forschungsrichtung dar; sie baut in ihrer organisationskulturellen Orientierung vielmehr auf den bisherigen Untersuchungen auf und ist gleichzeitig eine notwendige Erweiterung der in den letzten Jahrzehnten in den Sozialwissenschaften im Vordergrund stehenden Technikfolgen- und Auswirkungsanalysen (Dierkes 1981, S. 327 ff.)

#### IV.

Bisherige sozialwissenschaftliche Forschungsansätze zur Technikgenese lassen sich auf drei Ebenen finden:

- der Analyse des Gesamtumfangs des technischen Fortschritts und seiner Einflußfaktoren (Makroanalyse),
- der Entwicklung neuer Techniken in einzelnen Industrien (Strukturanalyse), sowie
- von Fallstudien zur Entwicklung einzelner Techniken (Mikroanalyse).

Auf der Ebene der makrostrukturellen Forschung sind beispielsweise die Arbeiten von Marx (1867-1894), Schumpeter (1952), Weber (1928), oder auch Dosi (1984) anzusiedeln; hierzu zu zählen sind auch die auf Technologie und Produktionsfunktionen orientierten Untersuchungen der neoklassischen Wachstumstheorie (Solow 1956, von Weizsäcker 1966) sowie die eher institutionell orientierte Modernisierungsforschung (Hirschmann 1958, Lewis 1956). Die Untersuchungen auf der Strukturebene umfassen Analysen zur Entwicklung großtechnischer Systeme (Ogburn 1948; Hughes 1983; Mayntz 1988), begrenzt auch historische Analysen zur Entwicklung einzelner Technikfelder (Halfmann 1984). Auf der Mikroebene finden sich insbesondere eine Vielzahl historischer Fallstudien zur Genese von Einzelerfindungen, beispielsweise zur Dampfmaschine (Matschoß 1908) oder zum Verbrennungsmotor (Saß 1962) sowie eine Reihe jüngerer Arbeiten im Bereich der Sozial- und Kulturgeschichte (Genth/Hoppe 1986).

## V.

Spätestens seit der zunehmenden Verlagerung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten von der Individualebene des Einzelerfinders auf Forschungs- und Entwicklungsteams in Wissenschaftseinrichtungen und privatwirtschaftlichen Unternehmen kann angenommen werden, daß organisationsspezifische Faktoren - und hier wiederum organisationskulturelle Einflußparameter - zentrale Auswirkungen auf die technikbezogene Entscheidungsfindung haben. Die Bedeutung von Binnenstrukturen von Organisationen, von habitualisierten Handlungsweisen und Denkmustern als wichtige Faktoren für Verfahren der innerorganisatorischen Problemlösung und Verarbeitung von Umweltinformationen wird zunehmend seitens der Forschung wie auch im forschungspolitischen Bereich anerkannt (Bloch 1986, S. 259). Es fehlen jedoch noch weitgehend Untersuchungen darüber, ob, inwieweit und in welcher Weise diese Organisationskontexte konkret die inhaltliche Ausrichtung von technischen Entwicklungslinien beeinflussen (Pelz 1967). Vielfach wurde den ökonomischen Bedingungen als Determinanten des Entscheidungsverhaltens von Organisationen ein erhebliches Augenmerk geschenkt, während die Bedeutung anderer, insbesondere auch organisationskultureller Aspekte für das Perzeptions- und Selektionsverhalten von Organisationen generell und speziell für den Prozeß der Technikentwicklung bislang wenig Beachtung eingeräumt wurde. Mit organisationskulturell orientierten Forschungsansätzen kann indessen auch die - bislang vorwiegend den ökonomischen Rentabilitätskalkülen verpflichtete - Innovationsforschung dort erweitert werden, wo sich das Interesse insbesondere auf die Konstituierung der inhaltlichen Ausprägungen von Techniken, also der spezifischen technischen Qualität konzentriert.

Bei dieser Forschung zu den institutionellen Faktoren der Technikentwicklung stellen sich prinzipiell Forschungsfragen auf allen drei oben erwähnten Ebenen. Bei der im Augenblick im Vordergrund der Forschungsinteressen stehenden Analyse der Abfolge von Selektionsprozessen, insbesondere bei sehr langfristig orientierten und damit mit hoher Unsicherheit verbundenen Forschungs- und Entwicklungsprojekten (NRC, 1988, S. 145), sind es jedoch in erster Linie mikro- und strukturanalytische Arbeiten, die geeignet erscheinen, den Einfluß organisatorischer Faktoren auf die Selektionsprozesse innerhalb und zwischen den verschiedenen Organisationen und Institutionen im Prozeß der Entwicklung von Technik zu untersuchen.

Bisherige Forschungsergebnisse legen hier die Schlußfolgerung nahe, daß der Einfluß von kulturellen Faktoren umso stärker zu sein scheint, je höher die Unsicherheit der Situation ist: je offener die Entscheidungslage, desto größer die Rolle organisatorisch gewachsener und verfestigter Wertvorstellungen und Leitbilder (Gagliardi 1986). Da langfristige Forschungs- und Entwicklungsaufgaben sich gerade vielfach durch situative Offenheit und Unsicherheit auszeichnen, ist somit anzunehmen, daß implizite, gemeinsame Denkmuster und Werte in dieser Phase eine wichtige Rolle spielen (Hanf 1980).

## VI.

Organisationskultur wird in diesem Zusammenhang definiert als "collective programming of the mind" (Hofstede 1980, S. 13), wobei dieses das Muster solcher grundlegenden Annahmen umfaßt, die eine bestimmte Gruppe von Menschen, die lange genug existiert hat, um bedeutende Erfahrungen gemeinsam erlebt zu haben (Schein 1984, S. 5), in ihrem Bemühen, die Probleme der Anpassung an ihre externe Umwelt und der internen Integration zu lösen, entwickelt hat; dabei handelt es sich oft um Grundannahmen, die sich aus der Sicht der Gruppe als so erfolgreich erwiesen haben, daß sie neuen Mitgliedern der Gruppe als die richtige Wahrnehmung oder als das richtige Denken im Bezug auf spezifische Problemmuster übermittelt werden (Schein 1984, S. 3). Solche grundlegenden Annahmen, haben sie sich einmal herausgebildet, werden in der Regel als gegeben angesehen und wirken als oft stillschweigend vorausgesetztes Hintergrundwissen auf das organisatorische Entscheidungsverhalten. Sie sind verknüpft mit den stärker bewußten und sichtbaren Werten einer Organisation und den beobachtbaren Verhaltensmustern und Symbolen (Schein 1984, S. 4).

## VII.

In Anlehnung an die neuere Forschung zur Bedeutung von Organisationskulturen für die Erklärung von Entscheidungsprozessen und Organisationsverhalten - ein Überblick über die Entwicklung und den heutigen Stand geben beispielsweise Allaire und Firsirotu (1984), Ouchi and Wilkins (1985) sowie Dierkes (1988) - lassen sich folgende vier grundlegende Hypothesen für die Analyse von Prozessen der Technikgenese heranziehen:



**Hypothese 1:** Organisationen haben für sie charakteristische Kulturen und funktionsspezifische in diese eingebettete Subkulturen, die sich in weitgehend geteilten Perzeptionen und Werten, ausgewählten Grundannahmen über Strategien und Verhalten sowie Symbolen manifestieren, die wiederum Entscheidungen, Strategien und Verhalten prägen. Zu diesen Wahrnehmungen, Werten und Grundannahmen gehören auch solche, die technologiebezogen und auf die Zukunft gerichtet sind.

**Hypothese 2:** Je unsicherer das Ergebnis einer Entscheidung ist - was beispielsweise bedingt sein kann durch die Langfristigkeit der Input-Output-Beziehungen oder deren Nicht-Linearität -, desto mehr werden diese Entscheidungen durch solche, die Organisation kennzeichnenden grundlegenden Perzeptionen, Werte und Verhaltensvorstellungen bestimmt. Technikgeneseentscheidungen sind vielfach solche, die unter großer Unsicherheit des Ergebnisses gefällt werden.

**Hypothese 3:** In Leitbildern, d.h. weitgehend geteilten Vorstellungen von bestimmten, in der Regel wünschenswerten und prinzipiell als möglich angesehenen Zukünften werden solche grundlegenden Perzeptionen, Werte und Verhaltensvorstellungen aggregiert; Leitbilder dienen somit als zentraler Orientierungsrahmen für Entscheidungen mit noch unsicheren Ergebnissen. Vorstellungen von wünschenswerten und prinzipiell erreichbaren technologischen Möglichkeiten dürften sich vielfach in solchen Leitbildern manifestieren.

**Hypothese 4:** Technologiebezogene Leitbilder sind nicht allein typisch für spezifische Organisationen im Forschungs- und Entwicklungsprozeß; sie werden vielmehr häufig auch von professionellen Vereinigungen in einzelnen Technikfeldern oder Wirtschaftszweigen (invisible colleges), aber auch von Subgruppen derselben, geteilt und getragen.

Diese grundlegenden Hypothesen werden durch folgende fünf spezifische Annahmen über den Einfluß organisationskultureller Faktoren auf den Prozeß der Technikgenese ergänzt:

- 1) Grundlegende Wahrnehmungen, Werte und Verhaltensannahmen von Bedeutung für den Technikgeneseprozess umfassen neben allgemeinen technologischen Leitbildern und ihren organisationsspezifischen Inter-

pretationen auf der technischen Seite auch generalisierte Vorstellungen über angemessene Problemlösungsverfahren, was hier mit dem Begriff der Konstruktions- und Forschungsstile beschrieben wird und die Art der Herangehensweise bei Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, die Auswahl der genutzten Instrumente, Meßverfahren sowie Evaluationskriterien umfaßt.

- 2) Technikgenese greift in vielen Bereichen auf etabliertes wissenschaftliches und technisches Wissen zurück. Die für Organisationen, Gruppen von Organisationen oder Subgruppen innerhalb dieser sowie für professionelle Vereinigungen, typische Verhaltensweisen und charakteristische Wahrnehmungen über angemessene und sinnvoll erscheinende Rückgriffe auf Teilbereiche bereits bewährten technischen und wissenschaftlichen Wissens - hier als Konstruktions- und Forschungstradition bezeichnet - ist ein weiterer - bislang zu wenig untersuchter - Erklärungsansatz bei der Rekonstruktion von Technikgeneseprozessen (Knie 1988).
- 3) Allgemeine technische Leitbilder, die spezifische Kultur der den Forschungs- und Entwicklungsprozeß tragenden Organisation, Institution oder einzelner dominanter Subgruppen in diesen Einrichtungen, Konstruktions- und Forschungsstile sowie Konstruktions- und Forschungstraditionen müssen in ihrer Wirkungsweise auf die für die Technikgenese charakteristischen Forderungs- und Eliminierungsentscheidungen als miteinander verknüpft und in komplexer Form verzahnt angesehen werden.
- 4) Je weniger sich das erwartete Ergebnis eines Forschungs- und Entwicklungsprozesses im Rahmen bisher bekannter Verfahren oder Produkte antizipieren läßt und je vager deshalb die Vorstellungen hiervon sind, desto eher werden die Selektions- und Förderungsentscheidungen in Technikgeneseprozessen von allgemeinen Leitbildern für die Entwicklung eines Technikfeldes bestimmt; je mehr die erwartete Problemlösung innerhalb bereits bekannter Verfahren oder Produkten angestrebt werden kann, desto mehr wird der Entscheidungsprozeß von konkreten Vorstellungen über die Erwartungen und Bedürfnisse der Nutzer bestimmt.
- 5) Gemeinsame Leitbilder, ihre organisationsspezifische Umsetzung in konkrete Technikentwicklungsschritte sowie weitgehend geteilte Vorstellungen von angemessenen Konstruktionsstilen und Entwicklungsstrategien sowie ein gemeinsames Verständnis über Konstruktions- und Forschungstraditionen dienen gerade bei langfristigen und solchen Entwicklungsentscheidungen, deren Ergebnis aufgrund des hohen Innovationsgrades besonders unsicher ist, als zentrale Vermittlungsklammern

zur Erreichung eines hohen Konsenses über Ziele und Vorgehensweise technikbezogenen Handelns in hochgradig arbeitsteiligen Entwicklungsprozessen.

Die Forschungsperspektive für eine organisationskulturell orientierte Analyse von Technikgeneseprozessen läßt sich daher - zusammengefügt - durch folgende **Zentralhypothese** umschreiben:

Die Selektions- und Eliminierungsentscheidungen im Prozeß der Entwicklung von Technik werden geprägt durch die organisationsspezifische Interpretation allgemeiner technischer Leitbilder; die Vorgehensweise bei der Umsetzung erfolgt in organisationscharakteristischen Forschungsstrategien und unter Nutzung organisationsspezifischer Konstruktionsstile sowie auf der Basis der durch Konstruktions- und Forschungstraditionen bestimmten Auswahl und Anwendung eines bekannten Sets wissenschaftlicher und technischer Kenntnisse. Das Ergebnis des Prozesses ist ein durch diese vier Faktoren von ineinander verzahnten Wahrnehmungsfiltren, Werten und Vorstellungen über Strategien geprägtes neues Produkt oder Verfahren.

## VIII.

Wie sich eine Organisationskultur herausbildet, ist in der neuen Literatur umfassend umschrieben (Dierkes 1988, S. 557f.). Sie ist Ergebnis eines langfristigen Lern- und Selektionsprozesses, in dem sich heuristisch verschiedene Entwicklungsstufen unterscheiden lassen (Gagliardi 1986, S. 121ff.). Ausgangspunkt sind dabei Werte, Ziele, Wahrnehmungen und Vorstellungen, das Leitbild der Gründergeneration und später einer oder mehrerer dominierender Führungspersönlichkeiten. Diese Werte und Vorstellungen dienen dabei als Selektionsfilter für Entscheidungen und organisatorisches Verhalten und beinhalten in der Regel Annahmen über kausale Zusammenhänge zwischen bevorzugten Strategien und selbstdefinierten Erfolgskriterien. Bestätigen sich diese im Verlauf der Entwicklung der Organisation durch konkrete Erfolgserfahrungen, dann gehen sie als "gleichsam selbstverständlicher" Referenzrahmen in das weitere Handeln der Organisation ein, selbst in Bereichen, auf denen die Führungsgruppe keinen direkten Einfluß nimmt. Die ökonomischen und auch psychologischen Kosten der Koordination in der Organisation werden durch die sich so herausbildenden gemeinsamen Grundannahmen reduziert; die Mitglieder der Organisation verhalten sich

legitim, wenn sie ihnen entsprechen, so daß in einer weiteren Stufe des Prozesses das Bemühen um die Erfassung der Erfolgsrelevanz des Verhaltens immer mehr zurücktritt. Das Verhalten selbst oder auch die spezifische Strategie werden als für die Organisation typisch und ihrer Umwelt angemessen angesehen.

## IX.

Im Hinblick auf die für die Analyse des Prozesses der Technikgenese wichtigen Selektions- und Eliminierungsentscheidungen von Organisationen sind aus dem breiten Spektrum der Erkenntnisse der Forschung zur Organisationskultur zwei von besonderer Bedeutung:

- Organisationskultur wird geschaffen und stabilisiert durch Erfolge; die durch die Verinnerlichung und Symbolisierung von Erfolgsmustern gewonnene Stärke der Organisation wird jedoch gefährdet und obsolet, wenn Veränderungen im Umfeld durch die kulturell herausgebildeten Sichtweisen nicht wahrgenommen und die einstmals mit Erfolg verbundenen Verhaltensweisen nicht mehr passend sind (Lorsch 1986, S. 98).
- Organisationskultur wirkt damit auch selektiv (Dierkes und Berthoin-Antal 1985; Thompson and Wildavsky 1985, S. 5). Das bedeutet: Bestimmte Signale werden durch die kulturspezifischen Perzeptionsfilter wahrgenommen, andere nicht; bestimmte Signale können leicht in Ziele und Strategien umgesetzt werden, andere nicht; bestimmte Ziele und Strategien lassen sich leicht implementieren, andere nicht.

## X.

Leitbilder, die Zielvorstellungen wünschenswerter technischer Entwicklungslinien beschreiben, existieren auf unterschiedlichen Ebenen: Makro-Leitbilder, die in der Regel gesamtgesellschaftliche Veränderungsprozesse umfassen, sind beispielsweise "die Informationsgesellschaft" oder "die Dienstleistungsgesellschaft". Auf der Ebene von Technikfeldern oder Technikfamilien wären als Beispiele das "papierlose Büro", die "autogerechte Stadt" oder die "Künstliche Intelligenz" zu nennen. Schließlich, auf der unteren Ebene dieser "Hierarchie", charakteristisch eher für einzelne Forschungs- und Entwicklungseinheiten oder Schulen einzelner Disziplinen, sind Vorstellungen über mögliche Einzeltechniken oder deren Entwicklungsoptionen, beispielsweise

das Weltautomobil der beginnenden 80er Jahre oder die verschiedenen CIM-Systeme, anzusiedeln. In stark umstrittenen Technikfeldern, d.h. solchen, die in den Wahrnehmungen einzelner Gruppen angesichts ihres Nutzens zu hohe negative soziale, ökonomische, politische oder ökologische Auswirkungen haben, werden diesen Leitbildern oft Negativleitbilder gegenübergestellt. Der Atomstaat, die Brütergesellschaft, der Überwachungsstaat mit dem Gläsernen Bürger sind Beispiele hierfür. Politische Auseinandersetzungen über Techniken und ihre Folgen sind vielfach durch Leitbildkonflikte geprägt. Solche Konflikte bringen oft auch Modifikationen von Leitbildern mit sich; sie bewirken, daß Teile des Negativleitbildes in das Positivleitbild übernommen werden. Die Integration ökologischer Aspekte in die Vorstellungen vom Automobil der Zukunft wäre hier ein Beispiel unter vielen.

## XI.

Leitbilder haben wie gemeinsam geteilte Wahrnehmungen, Werte und Verhaltensweisen den Vorteil, die Kosten der Koordination zu reduzieren und die Energie der Organisation als erfolgreich erfahrene Strategien und Ziele zu fokussieren. Sie haben aber den Nachteil, die Anpassungsfähigkeit der Organisation an veränderte Umweltbedingungen zu reduzieren oder bei der Auswahl von vorhandenem wissenschaftlichen und technischen Wissen für einen Forschungs- und Entwicklungsprozeß zu sehr bestehenden Konstruktions- und Forschungstraditionen verhaftet zu sein - ein Phänomen, das wahrscheinlich die oft dokumentierte Erfahrung erklärt, daß bahnbrechende "Pioniererfindungen" vielfach von Außenseitern einer Forschungsrichtung oder Industrie und nicht von den in diesem spezifischen Bereich etablierten Institutionen entwickelt wurden (Hamberg 1963).

## XII.

Im Gegensatz zur Herausbildung von Organisationskulturen ist der Stand der Erkenntnis darüber, wie sich technische Leitbilder entwickeln, eher rudimentär. Vertiefte Untersuchungen zur Rolle professioneller Vereinigungen, invisible colleges, Schulbildungen, zum Einfluß politischer Ziele und Prioritäten hierauf sowie über Modenzyklen in Forschung und Entwicklung, auch und gerade auf internationaler Ebene, sind hier die nächsten Schritte.

### XIII.

Obwohl einige Elemente eines durch diese Hypothesen skizzierten Analyserahmens für die Untersuchung von Technikgeneseprozessen im Bereich organisationskultureller Ansätze bereits auf empirisch überprüfte Aussagen und generelle konzeptionelle Vorüberlegungen eine validere Basis aufweisen (Dierkes 1988), stellt das gesamte Konzept nicht mehr als einen im Augenblick nachgehehswerten Ansatz in einem traditionellen Forschungsfeld dar, dem auch eine wachsende praktische Bedeutung zukommt. Verstärkte Forschungsanstrengungen der kommenden Jahre müssen die Tragfähigkeit des Gesamtkonzepts zeigen. Historische Längsschnitt-, aber auch Querschnittsanalysen von aktuellen Entwicklungsprozessen einzelner Techniken dürften hierbei für den Test des Gesamtkonzepts besonders geeignet sein. Aber auch Teilfragen, wie Erklärungsversuche für die Entwicklung einzelner technischer Leitbilder und ihre Veränderungen oder auch die Umsetzung von Wahrnehmungen der technischen, ökonomischen, sozialen, politischen und ökologischen Umwelt in Aufgaben der Technologieentwicklung sind ebenso von Bedeutung wie die Veränderungen von Konstruktionsstilen und Forschungsstrategien unter dem Einfluß neuer Technologien und außerorganisatorischer Einflußfaktoren. Die Internationalität vieler Leitbilder für Technikentwicklung, aber auch die sichtbaren Unterschiede in ihrer Umsetzung in konkrete Forschungs- und Entwicklungsziele sowie -strategien dürften auch für dieses Forschungsfeld vielfältige Untersuchungsbereiche für international vergleichende Forschungen sein.

#### Literatur

- Allaire, Y. und Firsirotu, M. E., Theories of Organizational Culture, in: Organization Studies, Vol. 5, Nr. 3, 1984, S. 139-226
- Bijker, W./Hughes, Th. P. /Pinch, T. I., (Hg.), The Social Construction of Technological Systems, London, 1987
- Bloch, E., Organizational Culture and Individual Responsibility for Scientists and Engineers, in: Technology in Society, Vol. 8 (1986), S. 259 - 261
- Braun, H. J., Methodenprobleme der Ingenieurwissenschaft, in: Technikgeschichte, 44, 1977, S. 1f.



- Dierkes, M., Möglichkeiten der Technologiefolgenabschätzung, in: Schlaffke, W. und Vogel, O., Industriegesellschaft und technologische Herausforderung, Köln 1981, S. 327 - 346
- Dierkes, M. und Berthoin-Antal, A., Umweltmanagement konkret: Erfahrungen aus acht Jahren Entwicklung beim Migros Genossenschafts-Bund, in: GDI-Impuls 1/85
- Dierkes, M., Technikgenese als Gegenstand sozialwissenschaftlicher Überlegungen, in: Mitteilungen des Verbunds Sozialwissenschaftliche Technikforschung 1/1987
- Dierkes, M., Unternehmenskultur und Unternehmensführung, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 58, 1988, S. 554 - 575
- Dosi, G., Technical Change and Industrial Transformation, London, 1986 (1984)
- Ebers, M., Organisationskultur: Ein neues Forschungsprogramm? Wiesbaden, 1985
- Gagliardi, P., The Creation and Change of Organizational Cultures: A Conceptual Framework, in: Organization Studies, Vol 7, Nr. 2, 1986, S. 117 - 134
- Genth R./Hoppe J., Telephon! Der Draht an dem wir hängen. Berlin 1986
- Gilfillan, S. C., The Sociology of Invention, Cambridge, 1970 (1935)
- Hack, L./Hack, I., Die Wirklichkeit die Wissen schafft, Frankfurt, 1985
- Hack, L., Vor Vollendung der Tatsachen, Frankfurt 1988
- Halfmann, J., Die Entstehung der Mikroelektronik, Frankfurt, 1984
- Hamberg, D., Invention in the Industrial Research Laboratory, in: The Journal of Political Economy, LXXI, 1963, S. 95f.
- Hanf, R., Im Spannungsfeld zwischen Technik und Markt, Zeitschrift für Unternehmensgeschichte, Beiheft 17, Wiesbaden 1980
- Hofstede, G. (1980), Culture's Consequences - International Differences in Work-Related Values, Beverly Hills, London
- Hirschmann, A. E., The Strategy of Economic Development, New Haven 1958
- Hughes, T. R., Networks of Power, Baltimore, 1983
- Jewkes, J./Sawers, D./Stillerman, R., The Source of Invention, London 1969 (1962)
- Joerges, B., Computer als Schmetterling und Fledermaus, über Technikbilder von Techniksoziologen, in: Soziale Welt, 39, 1988, S. 188f.
- Kapp, E., Grundlinien einer Philosophie der Technik, Braunschweig 1877



- Ketteringham, J. M./Nayak, P. R., Senkrechtstarter, Große Produktideen und ihre Durchsetzung, Düsseldorf 1987 (1986)
- Klemm, F., Geschichte der Technik, Reinbek, 1986 (1983)
- Knie, A., Das Konservative des technischen Fortschritts, unveröffentlichtes Manuskript, Berlin 1988
- Lewis, E. A., Theorie des wirtschaftlichen Wachstums, Tübingen - Zürich, 1956
- Lorsch, J. (1986), Managing Culture: The Invisible Barrier to Strategic Change, in: California Management Review, Jg. 28, Nr. 2, Winter 1986, S. 95 ff.
- Marx, K., Das Kapital, 3 Bde, Hamburg 1867 - 1894, hier Bd. 2
- Matenaar, D., Organisationskultur und organisatorische Gestaltung, Berlin, 1983
- Matschoß, C., Die Entwicklung der Dampfmaschine, 2 Bde, Düsseldorf 1987 (1908)
- Mayntz, R., Zur Entwicklung technischer Infrastruktursysteme, in: Mayntz R. u. a. (Hg.): Differenzierung und Verselbständigung, Frankfurt 1988, S. 233 - 259
- Memorandum zur sozialwissenschaftlichen Technikforschung in der Bundesrepublik Deutschland, vorgelegt von Dierkes, M., von Friedeburg, L., Lutz, B., Mayntz R., Schumann, M., Zapf, W., 1984
- Noble, D. F., Forces of Production, New York, 1984
- NRC (Hg.), The Behavior and Social Science, Washington 1988
- Ogburn, F., The Social Impact of Aviation, Riverside, 1948
- Ouchi, W./Wilkins A. (1985), Organisational Culture, in: Annual Review of Sociology, Jg. 11, 1985, S. 457 ff.
- Pelz, D. C./Andrews F. M., Scientists in Organizations, New York 1966
- Pelz, D. C., Creative Tensions in the Research and Development Climate, in: Science, Vol. 153, Nr. 3785, Juli 1967, S. 160 - 165
- de S. Price, D., The Science/Technology Relationship, the craft of experimental science, and policy for the improvement of high technology innovation, in: Research Policy 13 (1984), S. 3 - 20
- Rammert, W., Editorial: Technik und Kultur, in: Rammert, W./ Bechmann, G./Nowotny, H., (Hg.), Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 3, Frankfurt, 1985
- Rammert, W., Technikgenese, Ein Überblick über Studien zum Entstehungskontext neuer Techniken. (Arbeitsberichte und Forschungsmaterialien Nr. 30), Bielefeld 1988
- Rammert, W., Soziale Dynamik der technischen Entwicklung, Opladen 1983

- Rüttinger, R., Unternehmenskultur, Düsseldorf, 1986
- Sass, F., Geschichte des Deutschen Verbrennungsmotorenbaues, Berlin, 1962
- Schein, E. (1984), Coming to a New Awareness of Organisational Culture, in: Sloan Management Review, Jg. 25, Nr. 2, Winter 1984, S. 3ff.
- Schumpeter, I. A., Capitalism, Socialism and Democracy, New York, 1942
- Schumpeter, I. A., Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, Berlin 1952 (1912)
- Solow, R. M., A Contribution to the Theory of Economic Growth, Quaterly Journal of Economics, Bd. 70, 1956
- Thompson, M./Wildavsky, A. (1985), A Cultural Theory of Information Bias in Organizations (als Ms. vervielfältigt)
- Weber, M., Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus, in: Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie, Tübingen 1928
- von Weizsäcker, C. Chr., Zur ökonomischen Theorie des technischen Fortschritts, Göttingen, 1966

## Diskussion

Die dem Vortrag folgende Diskussion gruppiert sich um drei Schwerpunkte:

Ein **erster Diskussionsstrang** gilt Fragen nach dem Begriff und dem Stellenwert der Kategorie "Organisationskultur" als Einflußparameter auf die Technikgenese. Klärungsbedürftig scheint Frau Mayntz, ob mit dem Ansatz von Schein nicht nur spezifische Organisationstypen angesprochen seien und darüber hinaus die interpersonalen und interaktiven Konstitutionsprozesse von Organisationskultur, wie sie von anderen Autoren dargestellt worden seien, ausgeklammert blieben. Mehrere Diskussionsteilnehmer weisen auf die Existenz unterschiedlicher Professionstraditionen und Handlungsorientierungen innerhalb einer Organisation hin; dies sei, wie Rammert ausführt, auch verbunden mit verdichteten Kommunikationsbeziehungen zwischen Subgruppen einer Organisation oder eines Unternehmens mit organisationsexternen Bezugsgruppen. Veltz stellt die Frage, ob nicht geglückte Innovationen sich oftmals rekonstruieren ließen als erfolgreiche Übersetzungsprozesse zwischen den einzelnen Gruppen einer Organisation, wobei in der Sozialforschung dann untersucht werden müßte, aufgrund welcher Bedingungen und unter welchen Konstellationen ein solcher Brückenschlag zwischen den Subkulturen und ihren unterschiedlichen Sprachen erfolgte. Kubicek sieht eine gewisse Gefahr darin, daß, nachdem der Versuch, formale Organisationsstrukturen als Erklärungsfaktor für organisatorisches Entscheidungsverhalten nachzuweisen, größtenteils gescheitert sei, nunmehr ein anderer und im Kern noch weniger konkretisierbarer Forschungsansatz mit einem überhöhten Erklärungsanspruch versehen werde. Zu bedenken gebe er auch, daß nicht nur organisatorische Faktoren auf die Technikentwicklung Einfluß nähmen, sondern umgekehrt auch geschaffene technische Konfigurationen die Verhaltensdispositionen in Organisationen festlegten. Lutz und Zapf fragten, ob nicht die Erklärungskraft des Einflußfaktors "Organisationskultur" auf die Entwicklung von neuen Techniken im Vergleich zu konkurrierenden Deutungsmustern - etwa ökonomischen Ansätzen oder auch solchen, die die Professionsorientierung von Ingenieuren in der Technikentwicklung betonen -, getestet werden müßte bzw. ob entsprechende Untersuchungen schon vorgenommen worden seien.

Dierkes geht ebenfalls davon aus, daß die Vermittlungsformen zwischen Organisationskultur und teilweise differenten Handlungsorientierungen von Teilgruppen einer Organisation dringend untersucht werden müßten. Bislang sein dieses Problem in der wissenschaftlichen Literatur keineswegs hinreichend angegangen noch gar gelöst. Daß es solche Teilkulturen in einer Organisation gebe, könne gar nicht bestritten werden; er habe mit dem im Vortrag genutzten Begriff des "Konstruktionsstils" dabei, bezogen auf die Technikgenese, ja einen möglicherweise wichtigen subkulturellen Faktor ansprechen wollen. Solche Konstruktionsstile ließen sich zum einen als Resultat einer sozusagen technischen Sozialisation innerhalb einer Organisation nachweisen; zugleich brächten aber Ingenieure aus ihrem Studium oder den Organisationen, in denen sie vorher gearbeitet hätten, solche Konstruktionsstile auch in Organisationen ein. Er erwarte deshalb, daß sich gerade bei Umbruchsituationen ("traumatische Ereignisse") die Existenz latent von vielen Mitglieder einer Organisation geteilter Ziele und Handlungsorientierungen, aber auch deren Inkonsistenzen und teilweise unterschiedlichen Grundorientierungen, zeigen ließe. Im übrigen sehe er den Ansatz der Organisationskultur keineswegs substitutiv oder in absoluter Konkurrenz zu anderen Erklärungsansätzen der Technikgenese. In weiteren Forschungen müßte deshalb geprüft werden, ob und auf welche Prozesse der Technikgenese organisationskulturelle Faktoren in welchem Maße Einfluß nähmen. Dies gelte im übrigen natürlich auch für alle weiteren Forschungen zur näheren kategorialen und deskriptiven Erfassung von Organisationskultur; er teile mit Mayntz die Auffassung, daß der Ansatz von Schein hier nur bestimmte Typen und Formen der Problemselektion und -handhabung von Organisationen gegenüber ihrer Umwelt erfasse. Inwieweit mit dem organisationskulturellen Ansatz zu hohe Erwartungen verbunden seien, könne sich letztlich erst in der konkreten Forschungspraxis erweisen; unbeschadet davon sei gewiß der mögliche Rückkopplungsprozeß zwischen technischem System, Organisationsstruktur und -kultur schon in der Konzipierung von Forschungsprojekten im Bereich der Technikgenese zu beachten.

Ein **zweiter Diskussionsstrang** gilt dem Verhältnis von Organisationskultur und technischen Leitbildern. Lutz und Dierkes sind sich darin einig, daß hier von einem Wechselverhältnis ausgegangen werden müsse, das dringend aufklärungsbedürftig sei. Technische Leitbilder würden in organisatorischen Kontexten entstehen und durch diese wieder modifiziert. Umgekehrt sei es oft Kennzeichen von Leitbildern, daß sie jenseits von Organisationsgrenzen

wirkten, gleichsam WahrnehmungsfILTER für anzustrebende oder auch zu vermeidende technisch-soziale Strukturzusammenhänge bildeten. Rammert weist auf die Notwendigkeit hin, die Entstehung solcher technischer Leitbilder verstärkt zu untersuchen. Springer möchte wissen, ob Leitbilder-Forschung nicht im Kern oft auch Ideologie-Forschung sei. Dierkes bestätigt dies unter dem Vorbehalt, daß der Begriff der "Ideologie", der Fachterminologie entsprechend, benützt würde und damit nicht, der Umgangssprache folgend, negativ besetzt werde. Ollmann weist darauf hin, daß Technikleitbilder nicht nur auf der Anbieter-, sondern auch auf der Anwenderseite wirksam seien. Dierkes bekräftigt dies, sieht auch den Rückkopplungsprozeß, meint aber, daß Forschungen zur Technikgenese sich auf die Formen der Erzeugung und Übersetzung von sowie Grundorientierung an technischen Leitbildern auf der Anbieterseite konzentrieren sollte.

Ein **dritter Fragenkomplex** gilt dem Erklärungswert mikrostrukturell ausgerichteter Forschungsansätze für Prozesse der Technikentwicklung generell. So gibt Fleischmann zu bedenken, ob nicht jeder organisationssoziologische Ansatz in der Technikgenese-Forschung - ob nun eher auf die formalen Strukturen einer Organisation oder die weicheren kulturellen Strukturen abstellend - wichtige langfristige und makrostrukturelle Einflußparameter auf die technische Entwicklung vernachlässige. Er sehe zwar, daß mit dem Organisationsansatz erklärt werden könne, wie und unter welchen Bedingungen eine konkrete Technik entwickelt worden sei; den Bedingungen aber, unter denen eine solche Technik dann massenweise in der Gesellschaft zur Anwendung komme und sie auch verändere, komme ein solcher Ansatz vielleicht nicht ausreichend auf die Spur. Ähnlich stellt Petermann in Frage, ob und in welchem Umfang Organisationen als eigenständige und geschlossene Akteursysteme in der längerfristigen Technikentwicklung zu betrachten seien, und Simonis scheint ein Technikgenese-Begriff raumzeitlich zu diskret, der primär auf Strukturen der Erzeugung neuer Techniken in Organisationen abstelle, dabei aber jene Faktoren des technisch-gesellschaftlichen Wandels nicht mehr hinreichend erfasse, die durch einzelne Organisationen und Unternehmen hindurch wirken und den Rahmen ihres Verhaltens vielfältig festlegen.

Dierkes betont und bestätigt die Notwendigkeit, Prozesse der Technikgenese in mikrostrukturellen Zusammenhängen immer vor dem Hintergrund makrostruktureller Entwicklungsabläufe betrachten zu müssen. Auch hier verstehe sich der von ihm vorgestellte Ansatz nicht als einer, der andere

Ansätze, die verstärkt den langfristig wirkenden Rahmenbedingungen des technisch-gesellschaftlichen Wandels nachgingen, ersetzen wolle. Er halte aber auch explikative Ansätze für problematisch, die meinten, den konkreten Verlauf des technischen Wandels und die Herausbildung technisch-sozialer Systeme erschöpfend auf allgemeine - etwa ökonomische - Grundprinzipien zurückführen zu können. Organisationen und Unternehmen seien selbstverständlich Teile ihrer gesellschaftlichen Umwelt, gestalteten diese aber in noch näher zu untersuchender Form selbst wieder mit und reflektierten in ihrer Struktur und ihren Handlungsorientierungen in verschiedener Weise Stufen der langfristigen technischen Entwicklung. Gerade im internationalen Vergleich habe sich - wie schon die Diskussion am gestrigen Tage gezeigt habe - ja die Wirksamkeit unterschiedlicher sozialer Ausgangsbedingungen, Formen der Arbeitsteilung, Kulturorientierungen auf die konkrete Technikerzeugung und Technikanwendung wie die Folgen dieser Anwendung gezeigt. Dies gelte auch hinsichtlich der je differenten Bedingungen der Technikgenese in organisatorischen Kontexten, wobei er nur darauf hinweisen wolle, daß sich die Begriffe des "technischen Leitbildes" und des "Konstruktionsstils" gerade nicht allein in der Analyse mikrostruktureller Kommunikations- und Entscheidungsstrukturen hinreichend bewähren können, sondern ihre Anwendung auf die Notwendigkeit der Vermittlung mit makrostrukturellen und langfristig ausgelegten Erklärungsansätzen verweisen sei. Schließlich wolle er aber ganz forschungspragmatisch auch anmerken, daß man sich in der Konzeption von Forschungsprojekten auf spezifische Aspekte des Forschungsgegenstandes beschränken müsse, und er sehe ein besonderes Forschungsdefizit gerade in der Analyse von Prozessen der Technikgenese an den Stätten der Entwicklung und grundlegenden Modifikation von Techniken.

Diskussionsprotokoll: Andreas Knie und Volker von Thienen

**Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Ausbreitung der Informatik und der Verschulung von beruflicher Qualifizierung?  
Vorläufige Überlegungen\***

**I.**

Gestern morgen, bei der Eröffnung, hatte ich davon gesprochen, daß wir bei der Planung dieser Veranstaltung eine gewisse Dramaturgie oder Dynamik in der Reihenfolge der Referate angestrebt hatten. Jetzt werde ich natürlich voll von dem hiermit formulierten Anspruch getroffen. Denn wenn ich einmal versuche, mit Frau Mayntz beginnend und über Herrn Dierkes hinaus, eine Tendenz zu extrapolieren, dann bleibt als einzige sinnvolle Richtung, in die ich mich jetzt bewegen muß, die - um einen Begriff von Herrn Dierkes wieder aufzunehmen - zunehmende Kantigkeit und der zunehmend ungesicherte und kontroverse Charakter des Vorgetragenen.

Ich möchte meine Überlegungen mit einem Problem beginnen.

In der Diskussion, die wir gestern und heute geführt haben, liegt ein Problem beschlossen, das uns schon in der industriesoziologischen Techniknutzungs-Diskussion im Laufe der 70er Jahre mit zunehmender Schärfe entgegentrat: Je besser es gelingt, auf der Mikro- oder auch Mesoebene konkrete Innovationsverläufe zu erfassen und in ihrer sozialen Bedingtheit und sozialen Strukturiertheit zu analysieren, desto größer werden die Schwierigkeiten der Generalisierung. Und wenn man das Modell, das uns eben von Herrn Dierkes vorgestellt wurde und das ja mit seinen verschiedenen Ebenen und Komponenten noch etwas komplizierter ist, als z.B. das industriesoziologische

---

\* Diese Überlegungen entstammen den Arbeiten des Teilprojekts B2 im Sonderforschungsbereich 333 ("Entwicklungsperspektiven von Arbeit") der Universität München. Eine ausführlichere Fassung wird demnächst veröffentlicht: B. Lutz und P. Veltz: Maschinenbauer versus Informatiker. In: K. Düll und B. Lutz (Hrsg.): Technikentwicklung und Arbeitsteilung im internationalen Vergleich. Frankfurt/New York 1989.



Konzept betrieblicher Rationalisierungsstrategie und Techniknutzung, einmal auf konkrete Innovationsprozesse anzuwenden versucht, wird man sehr schnell mit Schrecken feststellen, daß jedes einzelne Untersuchungsobjekt stets durch einen so hohen Grad von Individualität und Spezifität gekennzeichnet ist, daß es nicht mehr möglich ist, seiner Analyse irgendwelche generalisierbaren Erkenntnisse zu gewinnen.

Dies ist meiner Meinung nach ein Problem, dem sich jede Sozialwissenschaft stellen muß, die sich von großen, tragenden, aber eben doch fundamental simplifizierenden Paradigmen wie dem der Eigengesetzlichkeit technischer Entwicklung und der weitgehenden Determiniertheit ihrer Folgen löst. Vermutlich handelt es sich hierbei also um ein unvermeidbares Durchgangsstadium in der wissenschaftlichen Entwicklung, was freilich nichts an der zu bewältigenden Schwierigkeit ändert. Generalisierbarkeit ist dann nämlich aller Wahrscheinlichkeit nach nurmehr durch systematische Einbeziehung gesamtgesellschaftlicher und historischer Phänomene, Entwicklungen, Strukturen und Prozesse wiederzugewinnen, die zu analysieren bekanntlich sehr aufwendig und mühsam ist.

In diesem Sinne möchte ich nunmehr nichts anderes tun, als einige Fragen zu stellen, denen näher nachzugehen vielleicht lohnend ist. Hierbei möchte ich ausgehen von zwei empirischen Befunden.

## II.

Der erste Befund ist relativ bekannt, stammt aus den 70er Jahren und kann in mancher Hinsicht klassisch genannt werden.

Im internationalen Vergleich zeigen sich zwischen großen Industrienationen sehr markante Unterschiede in der mehr oder minder starken bildungshierarchischen Strukturierung der angebotenen und eingesetzten Qualifikationen. Das Schlüsselphänomen hierbei - es wurde ja gestern mehrfach schon erwähnt - ist die Existenz oder Nichtexistenz von qualifizierter ausführender Arbeitskraft im Sinne des Facharbeiters oder auch des Fachangestellten. Es gibt Industrienationen (insbesondere, aber nicht ganz ausschließlich die deutschsprachigen), in denen diese Arbeitskraft offensichtlich ein wesentlicher Bestandteil des industriellen Gesamtarbeiters ist und in denen die Verfügbarkeit über die in dieser Arbeitskraft inkorporierten Kompetenzen, Qualifikationen und Formen von Arbeitsvermögen zentrale Voraussetzung und ihre Nutzung zentraler Bestandteil auch der betrieblichen Strategien -

oder, wenn man so will, der organisationskulturell gesteuerten Formen - des Einsatzes von Technik und Arbeitskraft sind. Und es gibt andere Industrienationen, in denen ein solcher Typ der Arbeitskraft allenfalls marginal, mit stark residualem Charakter, in sehr viel geringeren Quanten und im allgemeinen auch mit einer qualifikatorischen Potenz und Stabilität existiert, die weit unter dem liegt, was etwa die bundesdeutschen Beschäftigten als selbstverständlich betrachten.

Für diesen Befund werden recht plausible Erklärungen benannt, die insbesondere auf der Dynamik des Bildungssystems und auf die unterschiedliche Fähigkeit der jeweiligen Nationen verweisen, mit den Problemen sozialer Ungleichheit fertig zu werden. Letztendlich lassen diese Erklärungen den gegenwärtigen, zunächst in statisch-komparativer Perspektive beschriebenen Zustand als unterschiedliche - mehr oder minder verzögerte - Etappen eines generellen Prozesses der Modernisierung oder der Entwicklung industrieller Gesellschaften erscheinen, in dessen Verlauf tendenziell und unter den bisher obwaltenden Bedingungen dieser Typ von Qualifikation überall zu verschwinden droht, was die einzelnen Nationen früher oder später zur Schaffung von Substituten in Form schulisch vermittelter Qualifikationen zwingt. Wenn wir die gegenwärtig beobachtbaren Unterschiede zwischen den großen Industrienationen gewissermaßen diachron auftragen oder aufspannen, um sie in dynamisch-prozessualer Perspektive zu analysieren, wird ein allgemeiner Mechanismus sichtbar, nämlich zunehmende Substitution berufspraktischer, nahe am Arbeitsplatz sich vollziehender Qualifizierung durch Prozesse schulischen Lernens und schulischer Bildung, mit denen jedoch - und dies ist das Entscheidende - grundsätzlich andere Selektions- und Sozialisations-effekte und grundsätzlich andere Effekte der sozialen Stratifizierung der Absolventen und als deren Ergebnis mehr oder minder ausgeprägte meritokratische Strukturen verbunden sind. Ich will hier auf die Einzelheiten dieses Prozesses nicht eingehen. Akzeptieren Sie bitte im Moment dieses Bild, als ob es eine zutreffende Analyse wäre, selbst wenn Sie Ihre Zweifel daran haben.

Des weiteren gibt es eine erdrückende Fülle von empirischen Evidenzen dafür, daß sich die somit geprägte Struktur der Arbeitsbevölkerung auch in der betrieblichen Organisation in Form mehr oder minder großer Bürokratisierung, mehr oder minder ausgeprägter Hierarchisierung der Berufspositionen, meist auch - funktional sehr wohl erklärbarer - größerer oder geringerer kumulativer Differenzierung von Arbeitsbedingungen und Gratifikationen wiederfindet und widerspiegelt: Überall dort, wo Facharbeiter oder ver-

gleichbare Arbeitskräfte in großen Quanten existieren, ist unter sonst gleichen Bedingungen die Arbeitsteilung substantiell geringer und die Organisation durch deutlich größere Autonomie der ausführenden Ebene geprägt; wird hingegen qualifizierte Arbeitskraft ausschließlich oder ganz überwiegend im öffentlichen Bildungssystem ausgebildet, so herrschen stets stark arbeitsteilige Organisationsmuster vor, die entweder tayloristischer (also strikt dichotomischer) oder bürokratischer (also insbesondere durch "Laufbahnen" geregelter) Natur sind. Die Nationen oder Volkswirtschaften, denen es bisher noch gelungen ist, mit immer wieder erneuten Krisen und Anpassungsprozessen Formen relativ anspruchsvoller beruflicher Qualifizierung mit relativ geringem schulischen Ausgangsniveau auf großer Stufenleiter am Leben zu erhalten, sind im allgemeinen auch diejenigen, bei denen die vom beruflichen Status bestimmte Ungleichheit der Arbeitsbedingungen und Gratifikationen am geringsten ist, während die Länder, in denen die Mechanismen schulischer Sozialisation und Selektion am stärksten in die Beschäftigungsstrukturen durchschlagen, auch die tendenziell größten Differenzierungen innerhalb ihres Arbeitskräftekörpers und der Arbeitsplatzstruktur in Kauf nehmen müssen.

Dieser Befund ist im wesentlichen das Ergebnis deutsch-französischer Vergleiche, läßt sich jedoch mit gewissen Modifikationen auch auf andere Länder ausdehnen, bis in den Ostblock hinein. So gibt es z.B. einen sehr spannenden Vergleich zwischen Frankreich, der Bundesrepublik Deutschland, der DDR und der Sowjetunion, der zeigt, daß die beiden Extreme - Frankreich und Sowjetunion recht ähnliche, stark meritokratische Strukturen aufweisen, während die DDR mit einer deutlich vom sowjetrussischen Modell geprägten Organisationsstruktur und einer ganz eindeutig am traditionell deutschen Modell von Berufsausbildung und Facharbeit ausgerichteten Arbeitsorganisation eine ganz merkwürdige Zwischenstellung einnimmt.

### III.

Komplementär zu diesem klassischen Befund beginnt sich nun freilich neuerdings - nicht zuletzt im Zuge einer gemeinsamen Arbeit von Pierre Veltz und mir, die wir gegenwärtig mit dem eher bescheidenen Ziel betreiben, zusammen einen Aufsatz zu schreiben - ein zweiter empirischer Befund abzuzeichnen, der gleichzeitig sehr überraschend und sehr konturiert ist: Diese "vertikalen", qualifikations- und bildungshierarchischen Unterschiede in der

je nationalen Zusammensetzung des Arbeitskräftekörpers, des betrieblichen und gesellschaftlichen Gesamtarbeiters, kombinieren sich mit ähnlich starken Unterschieden "horizontaler" Art, nämlich in der Fachrichtungsstruktur der verschiedenen Arbeitskräftegruppen und den inhaltlichen Akzenten der jeweiligen Qualifikationen.

Auch wenn man nationalspezifische Unterschiede in der Branchenstruktur und ähnlichem neutralisiert, ist ganz offensichtlich, daß in den Ländern, in denen das öffentliche Bildungssystem die zentrale Instanz zur Heranbildung industrieller Qualifikationen ist, diese Qualifikationen in den letzten zwei Jahrzehnten zunehmend beherrscht werden vom kulturellen Universum der Informatik, auf Kosten der traditionellen Kulturen der stärker prozeß- oder stofforientierten Ingenieurwissenschaften. Hingegen ist es in den Ländern, in denen die Facharbeitertradition bisher am Leben erhalten werden konnte (Facharbeitertradition heißt überwiegend berufspraktische, gering verschulte Vermittlung von relativ hohen beruflichen Qualifikationen und entsprechende Arbeitsformen), offensichtlich den traditionellen stoff- und prozeßorientierten ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen, insbesondere den Maschinenbauern, aber z.B. auch den Bauingenieuren, gelungen, die zunehmende Bedeutung rechnergestützter Informations- und Steuerungssysteme in ihrem eigenen Betätigungsfeld zu verarbeiten, indem die notwendigen Kompetenzen in ihre eigene fachspezifische Qualifikation inkorporiert werden.

Industrielle Aufgaben wie Fertigungsautomatisierung, die Konzeption neuer Produktionsanlagen oder die Lösung anderer zentraler Fertigungsprobleme werden demzufolge im einen und im anderen Fall jeweils wesentlich anders ausgebildetem und fachlich qualifiziertem Personal übertragen; sie werden von diesem dann auch deutlich anders - und oftmals spürbar besser oder schlechter - gelöst. In Ländern wie die Bundesrepublik - aber auch die Schweiz, Österreich und partiell Skandinavien - verbleiben solche Aufgaben selbstverständlich nach wie vor in der Zuständigkeit der traditionell zuständigen Ingenieurwissenschaftler, die inzwischen gelernt haben, bei ihrer Lösung die Informatik oder den Rechner als eine Technologie unter anderen zu nutzen, ebenso wie dies in der Vergangenheit mit neuen Materialien, neuen Antriebstechniken und ähnlichem geschah. In anderen Ländern, in denen die Facharbeitertradition abgebrochen ist und auch mit neuen Formen schulischer Ausbildung aus Gründen, auf die ich hier nicht eingehen möchte, nicht mehr reproduzierbar ist, besteht hingegen eine deutliche Tendenz, bei Aufgaben dieser Art die Notwendigkeit eines Bruchs mit der bisherigen Tradi-

tion industrieller Technik anzunehmen: Die Lösung anlagen- und fertigungs-technischer Probleme gilt zunehmend als eine Sache der Informatiker; sie werden nicht mehr unter der Spezifität des jeweiligen Prozesses, sondern unter der Generalität der dabei einsetzbaren Steuerungs- und Optimierungsalgorithmen im Rechner perzipiert und angegangen.

In der Praxis führt dies dazu, daß Innovation, die sich in der deutschen Industrie in Form eher konventioneller Prozesse schrittweiser Verbesserung herkömmlicher Verfahren durchsetzen, in anderen Ländern sehr viel mehr den Charakter von Sprunginnovationen annehmen, bei denen die zentralen Kompetenzen und die zentralen Lösungsmodi von außen herangeholt und gewissermaßen der bestehenden industriellen Struktur und Tradition übergestülpt werden. Es ist wohl evident, daß dies mit gravierenden Schwierigkeiten und Ineffizienzen verbunden ist. Zwar soll man den Deutschland-Frankreich-Vergleich nicht überziehen. Freilich gewinnen wir aus ihm im Augenblick unsere empirischen Illustrationen: Uns sind inzwischen aus Frankreich dramatische Fehlinvestitionen von Großunternehmen bekannt, die im nahezu blinden Vertrauen auf die Leistungsfähigkeit von zentraler vollautomatischer Rechnersteuerung Anlagen aufgebaut haben, die erst nach langen Verzögerungen und nur dadurch überhaupt zum Laufen zu bringen waren, daß man erhebliche Teile der bereits realisierten Automatisierung wieder zurücknahm; welche Folgen dies dann für die verbleibenden oder neu entstehenden Arbeitsplätze hat, läßt sich leicht ausmalen.

Doch gibt es gute Gründe für die Annahme, daß sich Phänomene und Entwicklungen dieser Art keineswegs allein auf Frankreich beschränken, sondern, weit über Frankreich hinaus, überall dort anzutreffen sind, wo es keine lebendige Facharbeitertradition mehr gibt.

#### IV.

Ein erster und - und wie ich schon eingangs sagte - durchaus vorläufiger, ja tastender Versuch zur Erklärung dieser empirischen Befunde, den ich nun kurz skizzieren möchte, basiert auf einer Hypothese, die selbst durchaus noch der Überprüfung bedarf: Die Facharbeiterqualifikation ist nicht bloß eine bestimmte Bündelung und Formung von Kompetenzen, Fähigkeiten und Fertigkeiten auf der Ebene "körperlicher" ausführender Arbeit; sie war und ist durch ihre Ausstrahlungswirkungen auf die Qualifikation des mittleren technischen Personals, das sich - bisher übrigens auch in praktisch allen anderen

Industrienationen - im wesentlichen durch Aufstieg aus der Facharbeiter-schaft rekrutiert, und auf die Ingenieurausbildung auch ein tragendes Element dessen, was man technische Kultur nennen könnte. Die Facharbeiter-qualifikation begründet hierdurch so etwas wie eine langfristig stabilisierte Lösungsform des Theorie-Praxis-Verhältnisses im Bereich industrieller Produktion und industrieller Technik, die ganz selbstverständlich auch die dann sukzessive entstehenden, stärker verschulten "höheren" technischen Ausbildungsgänge geprägt hat, in diesen weitergeführt und weiterentwickelt wird, aber zugleich auch - vor allem in Form zahlloser alltäglicher Kommunikationsprozesse zwischen Facharbeitern einerseits, Technikern und Ingenieuren andererseits - immer als Qualifizierungsimpulse auf die Facharbeiter-ebene zurückwirkt.

Wenn und insoweit diese Hypothese zutrifft, so müßte das Abbrechen der Facharbeitertradition, das sich in den Vereinigten Staaten wohl schon mit dem Ende der massenhaften Einwanderung aus Europa, also vor allem in der Zwischenkriegszeit und in einer Reihe europäischer Industrieländer in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg vollzogen hat, weitreichende Auswirkungen auch auf die Lebens-, Funktions- und Entwicklungsfähigkeit der Qualifikationen des technischen Personals haben. Insbesondere müßte sich hierdurch die Fähigkeit der traditionellen Ingenieurkulturen drastisch reduzieren, sich die neuen rechnergestützten Informations-, Kommunikations- und Steuerungstechniken durch Inkorporation in die bisherigen, stärker stoff- oder verfahrensbezogenen Wissensbestände anzueignen und hierdurch das Kompetenzfeld der eigenen Qualifikation zumindest zu sichern, wenn nicht zu erweitern.

Wollte man einer solchen Vermutung weiter nachgehen, so müßte man vor allem anderen die Mechanismen bestimmen, über die sich die vermuteten Wirkungen vollziehen; man müßte fragen, welche Rolle hierbei das Prestige der entsprechenden Ausbildungsgänge spielt, der mit dem Abschneiden von Aufstiegsmöglichkeiten verbundene Abbruch sozialer Kapillarität, der hiermit verbundene Verlust an personalen und interpersonalen Transfermöglichkeiten von technischem Wissen und beruflichen Erfahrungen, und so fort; es müßte mit anderen Worten überhaupt einmal geklärt werden, wie die soziale Reproduktion und kontinuierliche Weiterentwicklung von Ingenieurkulturen sich vollzieht.

Unabhängig davon (oder komplementär hierzu) scheint es mir - und hier setzt nun mein Erklärungsversuch an - sinnvoll, auf historischer Ebene zu



fragen, wie denn Volkswirtschaften, Gesellschaften, Nationen reagieren können, die sich nach dem Absterben der Facharbeitertradition einer solchen zunehmenden Erosion auch ihrer ingenieurwissenschaftlichen oder technischen Kulturen und der von ihnen hervorgebrachten Qualifikationen ausgesetzt sehen. Offenkundig brauchen ja Gesellschaften in dieser Situation ein Substitut für die herkömmliche, immer noch auf praktischer Erfahrung beruhende Ingenieurqualifikation; sie brauchen einen neuen Modus zur Lösung ihrer industriell-technischen Probleme, der mit den neuen gesellschaftlichen Bedingungen einer hochgradigen Verschulung von Ausbildung, Berufsvorbereitung und vorberuflicher Selektion kompatibel ist.

In dieser Perspektive erscheint es mir nicht ganz absurd, zu vermuten, daß die Abstraktheit und digitale Logik der Informatik sich hierbei besonders anbieten, weil sie eine hohe Affinität zum schultypischen Bildungskanon und zu den Formen schulischer Vermittlung von Wissen und Können aufweisen. Dies würde nicht nur daraus resultieren, daß die Computerwissenschaft auf Grund ihrer relativ einfachen und umfassenden Regelhaftigkeit besonders als Unterrichtsgegenstand geeignet ist, sondern wohl auch daraus, daß die Vermittlung und Aneignung dieser Wissenschaft durchaus mit dem Minimum an praktischer Anschauung und praktischer Erfahrung vereinbar ist, das ohne weitreichende materielle Investitionen und organisatorische Innovationen in Schulen herstellbar ist.

Allerdings reicht diese Affinität von Informatik und schulischem Lernen sicherlich nicht aus, um den offenbaren Siegeszug der Informatik und der Informatiker in einer Reihe großer Industrienationen ausreichend zu erklären. Hierzu bedarf es meiner Meinung nach vielmehr einer Reihe von zusätzlichen Bedingungen, von denen ich zwei wenigstens nennen möchte:

Eine erste zusätzliche Bedingung besteht sicherlich in der Existenz eines mächtigen und ressourcenreichen institutionellen Promotors. Wir alle wissen, welche Bedeutung die Rüstungswirtschaft und die Entwicklung der Weltraumtechnik in den Vereinigten Staaten der 40er und 50er Jahre für die Ausbreitung von Informatik hatten, insbesondere in der elektronisch-digitalen Ausprägung, die heute überall dominiert. Vermutlich hätte diese spezielle technische Kultur ohne den mächtigen Promotor der amerikanischen Armee, der NASA und der Rüstungswirtschaft ihren seitherigen Siegeszug nicht antreten können.

Die spannende Frage ist, was dann passiert wäre? Hätte sich die Industrie dann doch dazu entschlossen, so etwas wie prozeß- und/oder stoffspezifische



technische Kulturen wieder ins Leben zu rufen, der sowohl die Facharbeiter wie die Ingenieur zugehören? Oder hätte man auf ein anderes logisch-technisches Universum zurückgegriffen, wie es sich ja in den 50er Jahren einmal in zahlreichen Ansätzen zur analogen Automatisierung oder in Versuchen mit pneumatischen Rechnern andeutete? Oder hätte sich nicht vielleicht doch die digitale Informatik im Laufe der Zeit einen anderen Promotor gesucht?

Auf Fragen dieser Art können wir heute keine Antwort geben. Festzuhalten ist dennoch, daß im konkreten historischen Prozeß die Rolle eines Promotors offenkundig ist und daß Überlegungen zur Technikgenese hier sinnvoll einsetzen können.

Eine zweite, meiner Meinung nach gleichfalls notwendige Bedingung liegt in der Existenz von interessengesteuerten und handlungsfähigen Rezeptorstrukturen: Die von einer Promotorinstanz bereitgestellten technischen Prinzipien oder Komponenten technischer Problemlösungen müssen auch außerhalb des unmittelbaren Zuständigkeits- und Wirkungsbereichs des Promotors - also z.B. außerhalb der Rüstungswirtschaft und auf dem freien Markt - von Gruppen und Institutionen aufgenommen werden, die ein starkes Eigeninteresse an deren Weiterentwicklung und Verwertung haben. Im Falle der Informatik waren dies sicherlich die Rechnerhersteller, deren Durchsetzungsmacht jedoch wahrscheinlich für sich allein genommen nicht ausreichend stark war, denn IBM war zu Beginn der Computerentwicklung ein nicht sonderlich großes Unternehmen, das spezialisierte Büromaschinen herstellte. Noch wichtiger sind meiner Meinung nach Berufsgruppen im Zustand unvollständiger oder auch vollständiger Professionalisierung, die in der digitalen Logik und der auf ihr aufbauenden Technik eine Möglichkeit sehen, ihre eigenen professionellen Interessen an der Verfestigung und Ausweitung ihrer Stellung als Berufsgruppe zur Geltung zu bringen.

In dem Maße, in dem sich dann eine solche auf digitale Logik und Informatik gestellte Professionskultur soweit verfestigt hat, daß sie eine Art Anwendungs- und Problemlösungsmonopol setzt, entwickeln sich auch auf dem Arbeitsmarkt und im Bildungssystem Mechanismen mit hohen Verstärkungseffekten: Die Orientierung an den Inhalt dieser professionellen Kultur werden zu einer zentralen Aufgabe der Modernisierung des Bildungssystems; die hiervon gesteuerten Prozesse der Fremd- und Selbstselektion von Schülerströmen bewirken zunehmend, daß generelle Qualitäten und Arbeitsbefähigungen - wie Ehrgeiz, Intelligenz, psychische Stabilität und Durchhaltevermögen - mit besonders hoher Wahrscheinlichkeit bei den Arbeitskräften zu

erwarten sind, die entsprechende Ausbildungen durchlaufen haben; und irgendwann einmal ist der Computerwissenschaftler eben nicht nur Träger einer spezialisierten Kompetenz oder Vertreter einer spezifischen technischen Kultur, sondern kann auf Grund der erfolgreich durchlaufenen Sozialisations- und Selektionsprozesse als Person wie als Arbeitskraft generelle Überlegenheit gegenüber den Absolventen aller anderen Fachrichtungen geltend machen.

Prozesse dieser Art sind in Frankreich in den letzten 20 Jahren mit wachsender Mächtigkeit zu beobachten und haben inzwischen die Informatik in der Rangreihe der Fakultäten und Hochschulen, in der Bewertung durch die Beschäftigten, in der Orientierung der Studenten und in den Selektions- und Förderungsentscheidungen der Lehrer allgemeinbildender Schulen inzwischen weit an die Spitze aller Fachrichtungen geschoben. Als Folge leiden die traditionellen ingenieurwissenschaftlichen Ausbildungsgänge nicht nur - wie derzeit ja auch die Soziologie in der Bundesrepublik Deutschland - unter einer ausgesprochenen Negativselektion der Studentenbestände, sondern auch unter einer zunehmenden Diskreditierung des Lehrpersonals, was dann natürlich wieder die Neigung der Lehrer in der höheren Schule verstärkt, die besten Schüler zum Informatikstudium zu bringen.

## V.

Soweit also meine grundlegende Vermutung, daß Gesellschaften in ihrem Entwicklungsprozeß durch das Versagen bisher sehr leistungsfähiger Institutionen der Reproduktion von und Versorgung mit Qualifikationen vor Probleme gestellt werden, die sie zu weitreichenden Innovationen zwingen; und daß in dieser Situation ein gesellschaftlicher Suchprozeß nach einem neuen Problemlösungsmodus einsetzt, der mit den dann jeweils gegebenen oder sich herausbildenden gesellschaftsstrukturellen, ökonomischen und institutionellen Verhältnissen kompatibel ist.

Wenn wir uns wirklich - wie wir dies gestern und heute, beginnend mit dem BTX-Projekt nationaler Postverwaltungen über die einzelbetriebliche Entwicklung und Nutzung von NC-Technik bis hin zu dem differenzierten unternehmenskulturellen Modell von Herrn Dierkes getan haben - darauf einlassen, Prozesse der Technikgenese in ihren realen Abläufen und Bedingungskonstellationen zu analysieren, bleibt es uns, so meine ich, nicht erspart, komplementär hierzu in der angedeuteten Weise auch nach korre-

spondierenden, nach historisch-gesamtgesellschaftlich Problemlagen zu fragen. Nur von diesen aus lassen sich Bedingungskonstellation, Vorsteuerungen und verfügbare gesellschaftliche Ressourcen identifizieren, die den konkreten Ablauf von Prozessen der Technikentwicklung und Techniknutzung zumindest konditionieren.

Hierzu einige erste Fragen zu formulieren und zur Diskussion zu stellen war alles, was ich mit meinem Beitrag beabsichtigte.

## **Diskussion**

Die einzelnen Beiträge bezogen sich auf drei Fragenkomplexe:

- Welche volkswirtschaftliche bzw. gesamtgesellschaftliche Problematik begünstigt die Ausbreitung der Informatik und welche Bedeutung hat dabei das Absterben der Facharbeitertradition?
- Was kennzeichnet die Identität der Informatik(er) und ihre Beziehung zu anderen Ingenieurdisziplinen im Rahmen nationaler Ingenieurkulturen und welche Konsequenzen sind damit verbunden?
- Welche erkennbaren oder möglichen Folgen hat die Informatisierung von Produktionsprozessen für das Verhältnis von Theorie und Praxis, theoretischem und Erfahrungswissen und für die Technikentwicklung?

### **Die Ausbreitung der Informatik und das Absterben der Facharbeitertradition**

Der These, daß ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem Absterben der Facharbeitertradition und der Ausbreitung der Informatik besteht, läßt sich entgegenhalten: Die Informatisierung zentraler Industrien in einer Reihe von Ländern ist der Versuch, über Algorithmisierung - mathematische Modellbildung gleichsam oberhalb der Stofflichkeit - zu neuen Lösungen für die heute anstehenden Produktionsschwierigkeiten zu gelangen. Die Art und Weise, wie die Industrien einzelner Länder mit diesen Problemen umgehen, ist im Prinzip eher ähnlich, Unterschiede ergeben sich aus den je spezifischen Rahmenbedingungen, unter denen die Qualifikationsstruktur und die Ausbildungskompetenz der Arbeitskräfte eine wichtige Rolle spielen. Weil aber (noch) kein funktionierender Algorithmus, kein geschlossenes mathematisches Modell für die Fertigung existiert, stößt dieser Lösungsversuch auf enorme Schwierigkeiten, deren Bewältigung gerade zu einer beachtlichen Aufwertung der praktischen Erfahrungen vor Ort führt. Dies läßt sich beispielsweise in der Petrochemie beobachten, wo die Informatik vom theoretischen Anspruch her am weitesten eingedrungen ist und gleichzeitig die Facharbeiter bei der Optimierung der Prozesse einen neuen - über den in der chemischen Industrie traditionell bestehenden hinausreichenden - Stellen-

wert bekommen. (Schumann) Informatik und Mathematik sind keineswegs eine mehr oder weniger verzweifelte Substitution des Facharbeiters. In vielen Ländern besteht grundsätzlich die gleiche Problemkonstellation, die den Aufbau einer neuen Analytik der Produktion notwendig macht, in der stoffliche, prozeß- und steuerungsbezogene Aspekte in Theorie und Praxis wieder vereint sind. (Veltz)

Selbst wenn man das Absterben der Facharbeitertradition als gegeben voraussetzt, muß damit nicht notwendig der Siegeszug der Informatik verbunden sein. Die Affinität der Informatik zum schulischen Lernen allein kann nicht erklären, daß die Informatik tatsächlich dann auch im schulischen Lernen als Substitut für die verlorengegangene Facharbeitertradition fungiert. Schulisches Lernen, wie es sich in den Strukturen des Bildungssystems bislang entwickelt hat, ist ebenfalls veränderbar, so daß sich auch grundsätzlich andere Formen herausbilden könnten. Hinter dem Absterben der Facharbeitertradition steht auch eine gesellschaftliche Auseinandersetzung. Welche Rolle spielen die Industriegewerkschaften, die diese Facharbeitertradition erhalten und transportieren? (Preissing)

Wenn man außereuropäische Industrienationen in die Betrachtung miteinbezieht, entstehen Zweifel an der These, daß die Facharbeitertradition wie ihr Absterben Teil des Entwicklungsprozesses industrieller Gesellschaften ist. Beispielsweise gibt es das japanische Modell, das einerseits die am weitesten ausgedehnte gymnasiale Ausbildung und zugleich eine der besten praktischen Berufsausbildungen hat. Die industrielle Leistungsfähigkeit Japans läßt sich weder mit einer Facharbeiterkultur und damit zusammenhängenden Ingenieurkultur, die es dort nie gab, noch mit ihrem Mangel erklären, sondern vermutlich eher mit kulturellen Faktoren. (von Friedeburg)

Das Absterben der Facharbeitertradition hat mit dem Bedarf an hoher praktischer Kompetenz in der typischen Mischung von Praxiserfahrung, Leidensbereitschaft und Intellektualität, die der Facharbeiter darstellt, und dem Interesse der Betriebe an der Nutzung von Facharbeitern relativ wenig zu tun, sondern mit grundlegenden Strukturen und Prozessen der gesellschaftlichen Reproduktion, in denen die Räume, wo Facharbeiter bisher entstanden sind und sich herangebildet haben, weitgehend zerstört worden sind. Gerade weil der Bedarf an qualifizierten Arbeitskräfte im Sinne des Facharbeiters heute zunehmend augenfällig ist, stellt sich die Frage, warum die großen Industrienationen sich mit enormen Ressourcen auf einen Weg technischer Innovationen begeben haben, der mit enormen Umsetzungsschwierigkeiten

behaftet ist und zum Teil zu erheblichen Fehlinvestitionen geführt hat. Die Vermutung ist, daß alle die Länder, die nicht mehr in der Lage sind, auf Facharbeiter und all das, was die Facharbeitertradition mit sich bringt, zurückzugreifen, über eine forcierte Informatisierung nun einen Ausweg aus ihren Problemen suchen. Dieser Zusammenhang läßt sich in konkreten Problemfeldern durchaus aufzeigen. Beispielsweise war am Beginn der NC-Technik die Tatsache, daß die amerikanische Flugzeugindustrie nicht problemlos über ausreichend viele qualifizierte Facharbeiter verfügte, sicherlich einer der Gründe dafür, daß NC-Steuerungen als Substitut entwickelt wurden. In Frankreich gibt es seit dreißig Jahren einen zunehmend sich manifestierenden Bedarf der Industrie nach einem Substitut für den Facharbeiter. Wiederholte Versuche, auf der Ebene mittlerer technischer Qualifikationen schulisch auszubilden, haben immer wieder in ein unauflösbares Dilemma geführt: Ausbildungsgänge mit niedrigen Eingangsvoraussetzungen, die auf die betrieblichen Anforderungen bezogene praktische Fähigkeiten vermittelt haben, waren für die begabteren Schüler nicht attraktiv genug. Ausbildungsgänge mit höheren Voraussetzungen haben zwar die "besseren" Schüler angezogen, die dann aber einerseits zu wenig praktische Erfahrung hatten und andererseits nicht bereit waren, lebenslang im Schichtbetrieb in der Werkstatt zu arbeiten. In Frankreich, aber auch in Italien, ist der Niedergang der Facharbeiter mitbewirkt worden von den Unternehmen selbst, die in den 50er Jahren bestimmte Dequalifizierungs- und Taylorisierungsprozesse zum Teil bewußt betrieben haben, um die Gewerkschaften zu schwächen, die sich zum großen Teil aus den Facharbeitern rekrutierten. (Lutz)

### **Zur Identität der Informatik(er) und ihre Beziehung zu anderen Ingenieurdisziplinen**

Die heutige Identität der Informatik in der Bundesrepublik wurde und wird in Auseinandersetzungen mit den traditionellen Ingenieurdisziplinen geprägt. Die Gründung von Informatikfachbereichen an den Hochschulen wurde Ende der 50er Jahre ausschließlich durch den Bund im ersten DV-Programm initiiert und gegen den Willen der traditionellen Ingenieur fakultäten vollzogen. Bis heute gibt es Auseinandersetzungen darüber, wie weit Informatik-Anteile in die Ingenieurausbildung überhaupt hineinkommen sollen. Durch den Widerstand der Ingenieurfachdisziplinen wurde die Informatik in eine Ecke gedrängt, aus der sie eine abstrakte Theorie, die Theorie der univer-

sellen Maschine, produzieren mußte, um sich behaupten zu können. Diese Entwicklung berührt auch die Frage, ob Informatik wirklich besonders affin zu einer schulischen und universitären Ausbildung ist. Bis heute verfügt die Informatik über keine Ingenieurkonzeption ihres Zentrums - der Software-Entwicklung, bis heute gibt es keine gültigen Konstruktionsprinzipien und Normen für den Software-Entwicklungsprozess. Die schulische Affinität der Informatik kann sich daher nur auf ihren mathematischen Kern beziehen, insofern ist sie der traditionellen Ingenieurmathematik ähnlich. Daß die Informatik an sich von ihren Prinzipien her gesehen für eine schulische und universitäre Ausbildung besser geeignet ist als andere technische Wissenschaften, ist deshalb beim gegenwärtigen Stand der Informatik zu bezweifeln. (Brinckmann) Als um die Jahrhundertwende in Deutschland die technischen Hochschulen geschaffen wurden, hat ebenfalls eine Mathematisierung der Ingenieurausbildung stattgefunden, ohne daß dies zu Friktionen in der Praxis geführt hat, weil es ja schon damals die Facharbeiterkultur gegeben hat. Zwischen dem formalen, mathematisierten Denken der traditionellen Ingenieurdisziplinen und dem digitalen Denken der Informatik bestehen keine so großen Unterschiede, so daß keine grundlegend neuen Vermittlungsprobleme zur Praxis und zu anderen Ingenieurdisziplinen zu erwarten sind. Deren Beziehungen zur Informatik sind kontingent, es gibt viele Möglichkeiten der Differenzierung und entscheidend ist, in welcher Form die Informatik als Disziplin und ausbildungsmäßig letztendlich formalisiert wird. (Rammert)

Im Vergleich zwischen Deutschland und Frankreich sind verschiedene Ingenieurkulturen erkennbar, die insgesamt durch eine je spezifische horizontale und vertikale Binnendifferenzierung gekennzeichnet sind und in denen insbesondere das Verhältnis zwischen Informatikern und anderen Ingenieuren unterschiedlich gestaltet sind. In Frankreich ist die Ingenieurausbildung streng stratifiziert. Es gibt Ingenieure höherer und niederer Art, und traditionell sind die Ingenieure höherer Art, die in den großen Ingenieurhochschulen ausgebildet werden, weniger auf die Produktion und all das, was in der Bundesrepublik Ingenieursarbeit ausmacht, orientiert als auf Management und Wissenschaften. Die industriell orientierten, ingenieurwissenschaftlichen Fertigkeiten wurden dagegen der unteren Schicht vermittelt, die weniger angesehen war und einer entsprechend weniger strengen Zugangsselektion unterlag. Nun kommen die Ingenieure der oberen Schicht aus den großen Schulen, im Besitz der Informatik, zurück und versuchen, sich den industriellen Produktionsprozess selbst anzueignen und verdrängen damit die



untere Schicht der stärker stoff-, prozeß- und produktbezogenen Fachrichtungen. (Veltz)

Ob hinter dem Substitutions- und Konkurrenzkampf zwischen der Informatik und den traditionellen Ingenieursdisziplinen mehr als eine übliche Rivalität zwischen konkurrierenden Wissenschaften steckt, läßt sich nicht sinnvoll im Blick allein auf die deutschen Verhältnisse beantworten. Daß die Informatik, das abstrakte Universum der Computerlogik, genau das Vehikel ist, mit dem jetzt in Frankreich die obere Schicht, die Elite der Ingenieurschulen versucht, sich die industrielle Produktion wieder anzueignen, erscheint jedoch nicht zufällig. Die Affinität der Informatik zu schulischem Lernen ist keine unmittelbare, sondern vermittelt durch die Legitimierung gesellschaftlicher Ungleichheit in europäischen Gesellschaften durch die Unterscheidung von geistiger und körperlicher Arbeit. Traditionell sind unsere höheren Schulen und Hochschulen gesellschaftlich darauf ausgerichtet, geistige Arbeit zu produzieren, die weit weg ist von der Praxis, die weg ist vom Schmutz und sich durch einen hohen Abstraktionsgrad auszeichnet. Die Informatik mit ihrer sehr abstrakten, reinen Logik paßt da sehr gut hinein. Ein fundamentaler Unterschied zwischen den europäischen Gesellschaften und der japanischen besteht darin, daß in der japanischen Gesellschaft die Leistung von Produktionsarbeiten nicht per se eine Sache des Volkes gewesen ist, von der sich die oberen Schichten abgehoben haben. Bislang ist es in Japan so, daß eine nicht bereits durch schulische Prozesse vorselektierte Bevölkerung als Arbeiterschaft in die industrielle Fertigung kommt. Allerdings ist diese Arbeiterschaft durch eine ausgeprägte innere Stratifizierung gekennzeichnet, während bei uns der Arbeiterstand relativ homogen ist. (Lutz)

## **Folgen der Informatisierung**

Mit der Einführung und Ausbreitung der Informatik multiplizieren sich Möglichkeiten für Irrtümer. Eine rein algorithmische Lösung komplexer Produktionsprobleme wird es ohne einen langwierigen Prozess der Irrtumselimination kaum geben, und eine sich selbst reproduzierende Informatik wird vermutlich nicht funktionsfähig sein. Eine spezialisierte, rein informatik-bezogene Ausbildung könnte sich als eine große Sackgasse herausstellen. Im Augenblick lebt die Informatikausbildung davon, daß dort Spezialisten aus unterschiedlichsten Bereichen vertreten sind - aus der Physik, der Che-

mie, der Ökonomie usw. So bringt vielleicht gerade die Informatisierung die Notwendigkeit hervor, Facharbeiter auszubilden. (Fleischmann) Die Informatisierung von Produktionsprozessen ist bislang nur funktionsfähig auf der Basis ganz unterschiedlicher Wissenbestände, die ein Kontinuum bilden und von dem qualifizierten, theoretisch kompetenten Praktiker über den noch stoffspezifisch ausgebildeten Ingenieur bis hin zum Informatiker reichen. Welche neuen, über spezifische Ausbildungsgänge dann festgeschriebene berufliche Gruppierungen sich herausbilden werden, ist im Moment noch nicht zu übersehen. Klar scheint jedoch zu sein, daß in der künftigen Berufsgliederung, Arbeitsplatz- und Aufgabenzuweisung die Komponente der praktischen Erfahrungen auf absehbare Zeit in den meisten industriellen Prozessen ein ganz hohes Gewicht behalten wird. (Schumann) Der klassische Facharbeiter, wie er etwa im Werkzeugmaschinenbau bekannt ist, wird künftig wahrscheinlich in dieser Weise nicht mehr gefragt sein. Allerdings kommt es zu keiner Erosion, sondern eher zu einer Veränderung der Facharbeiterrolle auf dem Hintergrund eines neuartigen Verhältnisses von Theorie und Praxis. In einigen schmalen Segmenten des High-Tech-Bereichs ist ein Bedarf an Arbeitskräften erkennbar, die eine neue, noch schwer fassbare Mischung von praktischen und theoretischen Anteilen aufweisen. Daneben wird jedoch vor allem in den klassischen manuellen Montagebereichen der klassische Facharbeiter mit gewissen Veränderungen das gefragte Arbeitskräftepotential bleiben. Veränderungen auf der Angebots- und der Bedarfsseite zusammengekommen, läßt sich insgesamt wahrscheinlich weniger von einem Abgang des Facharbeiters sprechen, als vielmehr davon, daß die Grenzziehung zwischen dem Facharbeiter, dem Techniker und den Ingenieur in Bewegung gerät - und dies nicht nur qualifikatorisch, sondern auch klassenmäßig. (Springer)

Was bedeutet es längerfristig für die technische Entwicklung, daß in der Bundesrepublik noch eine sehr starke maschinenbaubezogene Ingenieurs-/Facharbeitertradition herrscht, während in anderen Ländern - in Frankreich aber auch in den USA - eine sehr starke Informatikorientierung gegeben ist? Bezogen auf die fertigungstechnische Entwicklung: Ist angesichts der neuen Rahmenkonstellationen zu erwarten, daß die deutschsprachigen Länder bei der Bewältigung der praktischen stofflichen Probleme weiterhin überaus erfolgreich sein werden, während die Bedeutung der informatikorientierten Länder sinken wird, weil sie permanent verzweifelte Versuche unternehmen müssen, ihre fertigungstechnische Entwicklung irgendwie anzupassen? Oder

werden sich demgegenüber auf der Basis der Informatik Problemlösungsressourcen, Problemlösungsmuster hervorbringen lassen, die die darin angelegte Universalität und Flexibilität sehr intelligent und raffiniert nutzen, um diese praktischen Probleme zu bewältigen? Bezogen auf den Produktionsbereich könnte die Forschung über "künstliche Intelligenz", beispielsweise über Expertensysteme, doch Perspektiven dafür eröffnen, wie sich die in anderen Bildungsstrukturen angelegten Ressourcen offensiv nutzen ließen. Daneben könnte der deutsche Maschinenbauingenieur als Spezialist für praktische Probleme durchaus zu verblassen beginnen. (Hirsch-Kreinsen) Die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Informatik sind keineswegs erreicht. Wenn es nicht gelingt, neue, im Generationswechsel haltbare Formen der Rekrutierung und Qualifizierung von Produktionsarbeitern zu finden, wird sich die Industrie vermutlich zunehmend auf diejenigen Produkte und Produktionsverfahren verlagern, die auf dem Wege über die Informatisierung am besten beherrschbar sind, und wird diejenigen fallen lassen, bei denen das nicht geht. (Lutz)

Die Entwicklung der produktionstechnischen Automatisierung ist durch einen Kampf zweier Linien gekennzeichnet: Die eine Linie baut auf eine makellose, informatikorientierte Ingenieurideologie, während die andere eher praxisorientiert versucht, bestehende Traditionen in die Zukunftsentwicklung einzubauen. Daraus resultieren jeweils unterschiedliche Technikentwürfe. Ingenieure, die selbst Facharbeiter waren oder einen praktischen Erfahrungshorizont annehmen, entwickeln ganz andere Steuerungen, eine ganz andere Technik, die sich fast unmittelbar auf die Arbeitsorganisation auswirkt. Beispielsweise können einerseits solche NC-Steuerungen entstehen, die vom Modell her als eine perfekte Steuerung für die gesamte Produktion gedacht sind, die in der Praxis aber erhebliche Implementierungsprobleme aufwerfen. Andererseits werden solche Steuerungen entworfen, die den Versuch machen, an den stofflichen Voraussetzungen und den Erfahrungen von Facharbeitern anzusetzen. Wenn informatikorientierte Ingenieurleitbilder als gesellschaftliche Leitbilder stärker werden, wenn abstraktes Wissen wichtiger als stoffliches Wissen wird, hat dies in den Betrieben teilweise erhebliche soziale Probleme zur Folge. Große Teile der Stammebelegschaft fühlen sich nicht mehr ernst genommen und sehen für sich keine Aufstiegschancen, weil nun frisch von der Universität kommende Leute jene Positionen besetzen, die traditionell Aufsteigern offenstanden. (Siebel)

Parallel zur Entwicklung zur Informatik als verselbständigte Ingenieurwissenschaft bildet sich ein Denken über den Computer heraus, das diesen als eine selbständig arbeitende Maschine begreift. Dies ist eine in der frühen Computerentwicklung angelegte Tendenz, denn die frühen Computer waren einerseits nur in klimatisierten Räumen erschütterungsfrei zu betreiben und wurden als Universalmaschinen benutzt. Darauf konnte sich eine Ingenieurwissenschaft aufbauen, die die Möglichkeiten genau dieser Maschine erweitert und in den verschiedensten Bereichen einzusetzen versucht. Heute lassen sich angesichts der miniaturisierten und von Umweltbedingungen weitgehend unabhängig funktionierenden Bauteile informationsverarbeitende Kapazitäten überall dort unterbringen, wo immer sie gebraucht werden. Das Denken von **dem** Computer als Einheit ist im Grunde ein Entwicklungspfad, den man bereits Ende der 60er Jahre hätte aufgeben können, der aber stabilisiert wird durch die Stabilisierung einer Profession, der Informatik, die sich mit dem Computer als eine universellen Maschine beschäftigt. Demgegenüber denken die traditionellen Ingenieurdisziplinen, wenn sie sich mit Steuerungsproblemen befassen, nie in der universellen Maschine, sondern in spezifischen Computerleistungen, die vor Ort an bestimmten Stellen untergebracht werden. Wenn sich die Informatisierung durch und als eine Stabilisierung der Informatik fortsetzt, verfestigt sich damit ein ganz bestimmtes Bild der Computerentwicklung, das früher technisch notwendig war, heute aber im Grunde obsolet geworden ist. (Brinckmann)

Diskussionsprotokoll: Ute Hoffmann



# Anhang

# **Ansätze sozialwissenschaftlicher Analyse von Technikgenese**

Kolloquium am 30./31. Mai 1988 im Gustav-Stresemann-Institut in Bonn

## **Programm**

Montag, 30. Mai 1988

10.15 Uhr

Begrüßung

### **Zur Genese technischer Anwendungssysteme**

10.30-11.15. Uhr

*Renate Mayntz*

Entwicklung großtechnischer Systeme am Beispiel  
von Btx im Dreiländer-Vergleich

11.30-13.00 Uhr

Diskussion

### **Entwicklungspfade industrieller Anwendungs- techniken**

15.00-15.45 Uhr

*Hartmut Hirsch-Kreinsen*

Die Entwicklung der NC-Steuerung von  
Werkzeugmaschinen im Vergleich zwischen den  
USA und den deutschsprachigen Ländern

16.15-17.45 Uhr

Diskussion



Dienstag, 31. Mai 1988

**Organisationsstrukturelle Einflüsse auf die  
Produktentwicklung**

9.00-9.45 Uhr

*Meinolf Dierkes*

Zwischen Technikdeterminismus und sozialer  
Gestaltbarkeit der Technik: Organisationskultur und  
Professionsorientierung als Einflußfaktoren der  
Technikgenese

9.45-11.00 Uhr

Diskussion

**Sozialstrukturelle Einflüsse auf die Entwicklung und  
Ausbreitung von Basistechnologien**

11.30-12.15 Uhr

*Burkart Lutz*

Vorläufige Überlegungen zum Zusammenhang  
zwischen der Ausbreitung der Informatik und der  
Expansion gymnasialer und universitärer Bildung

12.15-13.15 Uhr

Diskussion

## **Verzeichnis der Teilnehmerinnen und Teilnehmer**

Volker Baethge, Soziologisches Forschungsinstitut, Göttingen  
Hans Brinckmann, Gesamthochschule Kassel  
Meinolf Dierkes, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung  
Monique Flasaquier, Ambassade de France, Bonn  
Gerd Fleischmann, Universität Frankfurt  
Ingeborg Fleischmann, Kronberg  
Ludwig v. Friedeburg, Institut für Sozialforschung, Frankfurt  
Jürgen Hampel, Universität Mannheim  
Hartmut Hirsch-Kreinsen, Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung,  
München  
Ute Hoffmann, Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung, München  
Helga Hoppe, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn  
Dietrich Hoß, Institut für Sozialforschung, Frankfurt  
Harald Jochmann, Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn  
Bernward Joerges, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung  
Helga Junkers, Stiftung Volkswagenwerk, Hannover  
Andreas Knie, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung  
Herbert Kubicek, Universität Trier  
Burkart Lutz, Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung, München  
Manfred Mai, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf  
Thomas Malsch, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung  
Renate Mayntz, Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, Köln  
Heidrun Mollenkopf, Universität Mannheim  
Rainer Ollmann, Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, Köln  
Herbert Oberbeck, Soziologisches Forschungsinstitut, Göttingen  
Gerd Paul, Institut für Sozialforschung, Frankfurt  
Thomas Petermann, Kernforschungszentrum Karlsruhe  
Antoine Picon, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées,  
La Courline  
Christa Preissing, Technische Universität Berlin

Werner Rammert, Universität Bielefeld  
 Heribert Schatz, Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikbera-  
 tung, Duisburg  
 Michael Schumann, Soziologisches Forschungsinstitut, Göttingen  
 Werner Siebel, Technische Universität Berlin  
 Tilla Siegel, Institut für Sozialforschung, Frankfurt  
 Georg Simonis, Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung,  
 Duisburg  
 Roland Springer, Soziologisches Forschungsinstitut, Göttingen  
 Volker von Thienen, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung  
 Harald Uhl, Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn  
 Pierre Veltz, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées,  
 La Courline  
 Ursula Weber, Universität Mannheim  
 Wolfgang Zapf, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung